



Организация
Объединенных Наций по
вопросам образования,
науки и культуры



Международный
центр компетенций
в горнотехническом образовании
под эгидой ЮНЕСКО

**Международная специальная краткосрочная программа
Международного центра компетенций в горнотехническом
образовании под эгидой ЮНЕСКО**

**РАЗРАБОТАНА В РАМКАХ СОДЕЙСТВИЯ ЭКСПОРТА
ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ УСЛУГ**

**«ПОДЗЕМНАЯ РАЗРАБОТКА УГОЛЬНЫХ
МЕСТОРОЖДЕНИЙ»**

Уровень программы: общий

Форма обучения: очная

Объем программы: 68 часов

**Руководитель
программы:**

д.т.н., проф. Казанин О.И.

**Составитель
программы:**

к.т.н. Сидоренко А.А.



ПЕРВОЕ ВЫСШЕЕ ТЕХНИЧЕСКОЕ УЧЕБНОЕ ЗАВЕДЕНИЕ РОССИИ

**САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ
ГОРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ**

1 Общие положения

1.1 Цель программы:

Цель программы – приобретение теоретических знаний и практических навыков, повышение уровня квалификации в области проектирования и разработки угольных месторождений подземным способом.

1.2. Основные задачи программы

- получение дополнительных знаний в области разработки и реализации проектов по эффективному и безопасному ведению подземных горных работ на угольных шахтах;
- получение дополнительных знаний в области проектирования схем вскрытия, подготовки и отработки пластов при подземной угледобыче;
- получение дополнительных знаний в области обеспечения промышленной и экологической безопасности горного производства.

1.3 Категория слушателей:

Студенты и аспиранты, обучающиеся по направлениям подготовки, связанным с подземной разработкой месторождений твердых полезных ископаемых.

1.4 Планируемые результаты обучения

Перечень дополнительных профессиональных компетенций, качественное изменение которых осуществляется в результате реализации программы обучения:

- Способность обосновывать основные параметры шахт, технологических схем вскрытия, подготовки и отработки запасов с использованием средств комплексной механизации и автоматизации горных работ высокого технического уровня.
- Готовность к разработке инновационных технологических решений при проектировании освоения запасов угольных месторождений подземным способом.
- Владение методами анализа, знанием закономерностей поведения и управления свойствами горных пород и состоянием массива в процессах подземной угледобычи, а также при строительстве и эксплуатации подземных сооружений.
- Готовность осуществлять техническое руководство горными при добыче твердых полезных ископаемых, строительстве и эксплуатации подземных объектов, непосредственно управлять процессами на производственных объектах.
- Владение методами рационального и комплексного освоения георесурсного потенциала недр.
- Готовность оперативно устранять нарушения производственных процессов, вести первичный учет выполняемых работ, анализировать оперативные и текущие показатели производства, обосновывать предложения по совершенствованию организации производства при подземной угледобыче.
- Использование нормативных документов по безопасности и промышленной санитарии при проектировании, строительстве и эксплуатации предприятий при подземной угледобыче.
- Готовность демонстрировать навыки разработки планов мероприятий по снижению техногенной нагрузки производства на окружающую среду при подземной разработке угольных месторождений.

1.5 Требования к результатам освоения программы:

С целью достижения указанных в п. 1.4 дополнительных профессиональных компетенций, слушатели в процессе освоения Краткосрочной программы должны:

Получить знания:

- о лучших доступных технологических решениях в области подземной угледобычи.
- в области основных методов рационального и комплексного освоения ресурсного потенциала недр.
- в области основных принципов организации горных и взрывных работ при добыче твердых полезных ископаемых, в том числе в условиях чрезвычайных ситуаций;
- в области основных производственных процессов при добыче твердых полезных ископаемых подземным способом.
- в области рационального применения имеющихся технологий добычи подземных ресурсов.
- по вопросам требований основных нормативных документов по безопасности.
- по основным принципам организации производства при подземной угледобыче; основные нарушения производственных процессов и методы их устранения.
- в области закономерностей поведения и управления состоянием массива горных пород.

Развить умения:

- обосновывать параметры вскрытия, подготовки и отработка угольных месторождений.
- определять эффективность пространственно-планировочных и организационных решений в аспекте обеспечения рационального комплексного освоения ресурсов недр.
- составлять графики организации основных производственных процессов подземной угледобычи.
- анализировать эффективность технологических решений, применяемых при вскрытии, подготовке и отработке угольных месторождений.
- применять современные средства контроля состояния объектов подземной угледобычи.
- выполнять анализ оперативных и текущих показателей основных процессов производства.
- проводить прогноз напряженно-деформированного состояния ответственных элементов массива горных пород в окрестностях очистных и подготовительных выработок.
- осуществлять оценку экологического воздействия и определять наиболее эффективные меры по ее снижению.

Приобрести навыки:

- технико-экономической оценки проектов подземной угледобычи и методами обоснования их параметров.
- владения современными методами рационального комплексного освоения ресурсов углеметановых месторождений.
- в области организации основных производственных процессов.
- в области анализа технико-экономических показателей проектов угледобычи.
- по вопросам оценки уровня рисков и промышленной безопасности при подземной угледобыче.
- использования методов учета показателей производственных процессов.
- использования современных методов компьютерного моделирования и оценки напряженного состояния массива горных пород.
- в области современных методов экологического мониторинга.

1.6. Календарный учебный график

Условные обозначения:

Теоретическое обучение	час
Итоговая аттестация	ИА

Форма обучения	Дни недели/ауд.час												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
очная	8	8	8	-	8	-	-	8	8	8	6	2 ИА	-

1.7. Учебный план:

№	Наименование дисциплин (модуля)	Всего часов	В том числе					
			Лекции	Практические занятия (семинары)	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа	Выездные мастер-классы	Итоговая аттестация
1	Введение.	4	4	-	-	-	-	-
2	Модуль 1. Современные технологии подземной угледобычи	30	8	10	-	4	8	-
3	Модуль 2. Обеспечение безопасности горных работ	14	4	4	-	-	6	-
4	Модуль 3. Управление состоянием массива горных пород и газовыделением на выемочных участках	12	4	4	4	-	-	-
5	Модуль 4. Снижение негативного воздействия на окружающую среду	6	4	2	-	-	-	-
6	Итоговая аттестация	2	-	-	-	-	-	2
	Всего	68	24	20	4	4	14	2

1.8 Объем программы и виды учебной работы:

Вид учебной работы	Часы
Лекционные занятия	24
Практические занятия	20
Лабораторные занятия	4
Выездные мастер-классы	14
Итоговая аттестация	2
Всего очных занятий	64
Самостоятельная работа, включая подготовку к итоговой аттестации	4
Общий объем программы	68

2. Содержание обучения:

2.1 Содержание обучения по программе:

Наименование разделов профессионального модуля, тем	Содержание учебного материала	Объем часов
Введение. Современные состояние и перспективы развития подземной угледобычи	Современное состояние и перспективы развития угледобычи. Перспективы мирового рынка угля. Характеристика разведанных запасов и геологические особенности основных угольных бассейнов России. Специфические особенности горно-геологических и горнотехнических условий разработки пологих и крутых угольных пластов. Современное состояние и основные направления развития техники и технологий подземной угледобычи. Проблемы подземной угледобычи.	4
Модуль 1. Современные технологии подземной угледобычи	Современные горнотехнические системы. Принципы вскрытия и подготовки шахтных полей. Выбор и обоснование схемы вскрытия и способа подготовки шахтного поля. Системы разработки угольных пластов. Классификация, требования, характеристика, достоинства и недостатки, область применения, тенденции развития. Определение рациональных параметров. Классификация процессов подземных горных работ. Современные средства механизации очистных работ. Технологические схемы выполнения монтажно-демонтажных работ. Требования, технические характеристики, тенденции развития. Основные требования к схемам подготовки и отработки выемочных участков угольных пластов. Прогрессивные технологические схемы ведения подготовительных и очистных работ. Современные технологии добычи угля сложных горно-геологических условиях. Отработка сближенных угольных пластов.	30
Модуль 2. Обеспечение безопасности горных работ	Данные о производственном травматизме и профессиональной заболеваемости на угольных шахтах, абсолютные и относительные показатели производственного травматизма (LTIFR, FIFR, LTISR), понятия опасности и риска, основные опасности для работников, ведущих подземные горные работы по добыче угля, основные мировые тенденции в области обеспечения безопасности ведения подземных горных работ по добыче угля (IT технологии, системы управления охраной труда, методы спасения работников, застигнутых аварией в шахтах) Основные подходы к оценке и управлению профессиональными рисками, принципы построения системы управления охраны на различных уровнях управления (от национального до уровня предприятия). Основные международные стандарты по системам управления охраной труда ISO 45001, ILO-OSH-2001, OHSAS 18001, основные индикаторы состояния охраны	14

Наименование разделов профессионального модуля, тем	Содержание учебного материала	Объем часов
	<p>труда на предприятии, принципы постановки целей и задач, основные сведения о концепции Vision Zero или «Нулевой травматизм».</p> <p>Существующие подходы и пути снижения риска инцидентов в угольных шахтах, связанных с метановым фактором, угольной пылью, пожарами и самим шахтером. Понятие автоматизированных систем контроля. Системы мониторинга опасных факторов в шахте. Требования нормативных документов в области использования многофункциональных систем безопасности (МФСБ).</p> <p>Структура и особенности функционирования единой диспетчерской службы на горном предприятии. Схема сбора и передачи информации на единый диспетчерский пульт. Структура системы управления на основе GPS Granch и цели ее использования при ведении подземных горных работ. Примеры графического представления информации (положение персонала внутри выработок; схема аэрогазового контроля; графики скоростных режимов движения воздуха внутри шахтных выработок). Технические особенностей структуры системы Granch GPS.</p> <p>Методы измерения запыленности воздуха рабочей зоны в угольных шахтах (гравиметрический, счетный, фотометрический), принципы работы приборов и оборудования для оценки запыленности, осуществление замеров в лабораторных условиях. Методы измерения концентрации вредных и опасных газообразных примесей воздуха, принципы работы и устройства приборов и оборудования для оценки загазованности.</p>	
<p>Модуль 3. Управление состоянием массива горных пород и газовыделением на выемочных участках</p>	<p>Напряженно-деформированное состояние массива «возмущенного» ведением подземных горных работ. Требования к способам управления состоянием массива. Мониторинг состояния массива. Современные методы оценки напряженно-деформированного состояния массива горных пород. Компьютерное моделирование состояния массива горных пород. Обеспечение эксплуатационного состояния участковых подготовительных выработок.</p> <p>Современные методы управления газовыделением при интенсивной отработке свит газоносных угольных пластов средствами вентиляции и дегазации. Схемы изолированного отвода метановоздушной смеси. Заблаговременная, предварительная и текущая дегазация угольных пластов. Дегазация выработанного пространства. Комплексная дегазация при отработке свит газоносных угольных пластов. Классификация динамических явлений в угольных шахтах. Механизм формирования. Основные требования нормативных</p>	<p>12</p>

Наименование разделов профессионального модуля, тем	Содержание учебного материала	Объем часов
	документов к технологиям обработки пластов, опасных по горным ударам (внезапным выбросам). Снижение влияния горных работ на природные и техногенные объекты на земной поверхности.	
Модуль 4. Снижение негативного воздействия на окружающую среду	<p>Основные экологические проблемы при подземной разработке угольных месторождений. Природные экологические системы, их изменения в результате горнодобывающей деятельности. Уровень использования энергетических источников при добыче угля. Экологические последствия использования энергии в горном деле. Мероприятия по снижению негативных экологических последствий эксплуатации энергоемкого горного оборудования. Выделение газа и пыли при ведении горных работ (при подземной добыче, переработке и транспортировке угля и пустых пород, их складировании). Предельно допустимые концентрации для основных видов загрязнителей атмосферного воздуха. Мероприятия по снижению уровня выбросов. Мероприятия, снижающие или устраняющие локальные загрязнения при ведении горных работ и смежных производств. Основные потребители воды в горном деле. Потери используемой воды, ее загрязнение в процессе добычи. Требования к составу и свойствам воды по объектам ее использования в горном деле. ПДК вредных веществ в сточных водах горного производства. Методы определения параметров качества воды, контрольно-измерительная аппаратура для этих целей. Источники загрязнения воды при подземной разработке угольных месторождений. Мероприятия по снижению уровня загрязнения. Ресурсы полезных ископаемых и проблемы их использования. Потери полезных ископаемых в горном деле и их учет. Мероприятия по снижению потерь. Комплексное использование минеральных ресурсов. Мероприятия по комплексному использованию минеральных ресурсов. Отходы (твердые, жидкие и газообразные) угольного производства и их использование. Безотходные и малоотходные технологии в горном деле. Отвод земель под горные предприятия. Нарушение земной поверхности прокладкой наземных транспортных путей, строительством горнопромышленных комплексов, расположением складов хранения полезного ископаемого и породных отвалов. Нарушение земной поверхности во время ведения подземной добычи и строительства подземных сооружений. Мероприятия по снижению масштабов нарушений поверхности в горном деле. Рекультивация нарушенных земель. Методы исследования качественных характеристик поверхности,</p>	6

Наименование разделов профессионального модуля, тем	Содержание учебного материала	Объем часов
	почв, пород. Технологии вторичной переработки отходов. Принципы создания малоотходных ресурсосберегающих технологий. Особенности мониторинга окружающей среды в районах воздействия предприятий горнопромышленного комплекса. Рекультивация терриконов, образованных на поверхности при подземной добыче угля.	

2.2. Рабочие программы дисциплин (модулей) – представлены в Приложении 1.

2.3. Формы аттестаций по программе:

Для оценки качества усвоения знаний, умений и опыта деятельности предусмотрены текущий и итоговый виды контроля.

Текущий контроль успеваемости осуществляется на основе тестов, которые содержат контрольные вопросы по каждому изучаемому модулю и должны быть сданы обучающимися в ходе учебного периода.

Форма итоговой аттестации по программе – зачет.

К зачету допускаются только те слушатели, которые успешно сдали все тесты по изученным модулям.

2.4 Оценочные материалы:

Примерный перечень вопросов для подготовки к тестам и зачету:

1. Какие принципы лежат в основе комплексного освоения ресурсов недр?
2. Какие основные геологические факторы осложняют подземную разработку угольных месторождений?
3. Какие схемы вскрытия шахтных полей получили наибольшее распространение на глубоких угольных шахтах?
4. Какие основные тенденции наблюдаются в изменении размеров выемочных столбов последние 30 лет?
5. Какая система разработки характеризуется высокой интенсивностью извлечения запасов?
6. Какие способы подготовки выемочных участков получили наибольшее распространение на ведущих угледобывающих шахтах мира при отработке запасов длинными лавами?
7. Какие способы охраны горных выработок находят применение в угольных шахтах?
8. Какие достоинства и недостатки имеет камерная система разработки?
9. Какими параметрами характеризуется зона опорного давления?
10. От каких факторов зависит характер образующегося поля напряжений вокруг подземных горных выработок?
11. Какие профилактические меры борьбы с горными ударами относятся к региональным?
12. Что включают в себя многофункциональные системы безопасности угольных шахт?
13. Какие схемы дегазации применяются при интенсивной отработке свит газоносных угольных пластов?

14. Виды техногенной нагрузки на природную среду при подземной угледобыче?
 15. Какие технологии угледобычи относятся к перспективным экологически чистым?
 16. Какие принципы лежат в основе безопасной разработки пластов, склонных к самовозгоранию?

2.4.1 Критерии оценивания

Критерии оценок промежуточной аттестации

Оценка	Описание
Зачтено	Посещение более 50 % занятий; обучающийся твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос; все предусмотренные программой обучения задания выполнены, качество их выполнения достаточно высокое; в течение курса выполнил работу.
Не зачтено	Посещение менее 50 % занятий; обучающийся не знает значительной части материала, допускает существенные ошибки в ответах на вопросы; большинство предусмотренных программой обучения заданий не выполнено, качество их выполнения оценено числом баллов, близким к минимальному.

Критерии оценок итоговой аттестации: примерная шкала оценивания знаний по выполнению заданий зачета:

Оценка	
Не зачтено	Зачтено
Посещение менее 50 % лекционных и практических занятий	Посещение не менее 50 % лекционных и практических занятий
Обучающийся не знает значительной части материала, допускает существенные ошибки в ответах на вопросы	Обучающийся хорошо знает материал, грамотно и по существу излагает его, допуская некоторые неточности в ответе на вопрос.
Не умеет находить решения большинства предусмотренных программой обучения заданий	Уверенно находит решения предусмотренных программой обучения заданий
Большинство предусмотренных программой обучения заданий не выполнено	Предусмотренные программой обучения задания успешно выполнены

2.5. Учебно-методические материалы (в том числе конспекты лекций) – представлены в Приложении 2.

2.6. Вид документа, подтверждающий прохождение обучения:

После успешного окончания обучения выдается сертификат о прохождении Международной специальной краткосрочной программы под эгидой ЮНЕСКО: «Подземная разработка угольных месторождений».

3 Организационно-педагогические условия реализации программы:

3.1 Материально-технические условия реализации программы:

Для реализации программы используются 2 компьютерных класса кафедры Разработки месторождений полезных ископаемых, оснащенные 36 стационарными ПК и мультимедийное оборудование.

3.2. Кадровое обеспечение образовательного процесса по программе:

№	Фамилия, Имя, Отчество	Образование (вуз; год окончания; специальность)	Должность, ученая степень, звание, стаж работы в данной или аналогичной области, лет	Количество научных и учебно-методических публикаций
Руководитель программы				
1	Казанин Олег Иванович	Ленинградский горный институт, 1989 г. «Технология и комплексная механизация подземной разработки пластовых месторождений»	Горный университет, заведующий кафедрой взрывного дела, профессор, д.т.н., декан горного факультета. 26 лет	Более 120
Профессорско-преподавательский состав программы				
2	Сидоренко Андрей Александрович	Санкт-Петербургский государственный горный институт (технический университет), 2001 г. «Подземная разработка месторождений полезных ископаемых»	Горный университет, доцент кафедры Разработки месторождений полезных ископаемых, к.т.н., доцент. 18 лет	Более 120
3	Рудаков Марат Леонидович	Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет «ЛЭТИ», 1991 г.	Горный университет, и.о. заведующего кафедрой Безопасности производств, д.т.н., 22 года	Более 110
4	Ковальский Евгений Ростиславович	Санкт-Петербургский государственный горный институт (технический университет), 2003 г. «Подземная разработка месторождений полезных ископаемых»	Горный университет, доцент кафедры Разработки месторождений полезных ископаемых, к.т.н. 10 лет	Более 50
5	Карпов Григорий Николаевич	Национальный минерально-сырьевой университет «Горный», 2010 г. «Подземная разработка месторождений полезных ископаемых»	Горный университет, доцент кафедры Разработки месторождений полезных ископаемых, к.т.н., 6 лет	Более 20
6	Санковский Александр Андреевич	Национальный минерально-сырьевой университет «Горный», 2010 г. «Подземная разработка месторождений полезных ископаемых»	Горный университет, доцент кафедры Разработки месторождений полезных ископаемых, к.т.н., 6 лет	Более 30

№	Фамилия, Имя, Отчество	Образование (вуз; год окончания; специальность)	Должность, ученая степень, звание, стаж работы в данной или аналогичной области, лет	Количество научных и учебно-методических публикаций
7	Гридина Елена Борисовна	Санкт-Петербургский государственный горный институт имени Г.В. Плеханова (технический университет), 2001 г., «Открытые горные работы»	Горный университет, доцент кафедры Безопасности производств, к.т.н., доцент. 17 лет.	Более 60
8	Ковшов Станислав Вячеславович	«Мордовский государственный университет им. Н.П. Огарева», 2008 г.	Горный университет, доцент кафедры Безопасности производств, к.т.н., доцент. 9 лет.	Более 120
10	Нагорнов Дмитрий Олегович	Санкт-Петербургский государственный горный институт имени Г.В. Плеханова (технический университет)	Горный университет, доцент кафедры Геоэкологии, к.т.н. 9 лет.	Более 50

Приложение 1
к образовательной программе –
«Международная специальная краткосрочная
Программа под эгидой Международного центра ЮНЕСКО
«Подземная разработка угольных месторождений»

Рабочая программа дисциплины (модуля)
«Введение»

1. Цели и задачи дисциплины

Цель дисциплины – получение представлений о современном состоянии и перспективах развития подземной угледобычи, современных тенденциях развития технологий, трендах мирового рынка угля, современных достижениях и проблемах подземной угледобычи.

Основные задачи дисциплины:

- получение дополнительных знаний о ресурсной базе ведущих угледобывающих стран;
- получение дополнительных знаний о современном состоянии и перспективах развития подземной угледобычи;
- получение дополнительных знаний о современных трендах мирового рынка угля.

2. Планируемые результаты обучения

Процесс изучения модуля «Введение» направлен на формирование следующих компетенций:

Формируемые профессиональные компетенции	Основные показатели освоения дисциплины (модуля)
<ul style="list-style-type: none"> • Способность обосновывать основные параметры шахт, технологических схем вскрытия, подготовки и отработки запасов с использованием средств комплексной механизации и автоматизации горных работ высокого технического уровня. 	Знать: лучшие доступные технологические решения подземной угледобычи.
	Уметь: обосновывать параметры вскрытия, подготовки и отработка угольных месторождений.
	Владеть: способами технико-экономической оценки проектов подземной угледобычи и методами обоснования их параметров.
<ul style="list-style-type: none"> • Владение методами рационального и комплексного освоения георесурсного потенциала недр. 	Знать: основные методы рационального и комплексного освоения ресурсного потенциала недр.
	Уметь: определять эффективность пространственно-планировочных и организационных решений в аспекте обеспечения рационального комплексного освоения ресурсов недр.
	Владеть: современными методами рационального комплексного освоения ресурсов углеметановых месторождений.
<ul style="list-style-type: none"> • Готовность осуществлять техническое руководство горными при добыче твердых полезных ископаемых, строительстве и эксплуатации подземных объектов, непосредственно управлять 	Знать: принципы организации горных и взрывных работ при добыче твердых полезных ископаемых, в том числе в условиях чрезвычайных ситуаций; основные производственные процессы при добыче твердых полезных ископаемых подземным способом.

Формируемые профессиональные компетенции	Основные показатели освоения дисциплины (модуля)
процессами на производственных объектах.	Уметь: составлять графики организации основных производственных процессов подземной угледобычи.
	Владеть: методами организации основных производственных процессов.
<ul style="list-style-type: none"> Готовность к разработке инновационных технологических решений при проектировании освоения запасов угольных месторождений подземным способом. 	Знать: наилучшие доступные технологии подземной угледобычи и область их рационального применения.
	Уметь: анализировать эффективность технологических решений, применяемых при вскрытии, подготовке и отработке угольных месторождений.
	Владеть: методами анализа технико-экономических показателей проектов угледобычи.

3. Структура и содержание дисциплины (модуля)

3.1 Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование дисциплины (модуля)/наименование тем дисциплины (модуля)	Всего, час	в том числе			Форма контроля
			лекц.	практич.	самост.	
1	<i>Введение.</i>	4	4	–	–	–
1.1.	Современное состояние и ресурсная база угледобычи.	2	2	–	–	–
1.2	Основные направления развития техники и технологий подземной угледобычи.	2	2	–	–	–

3.2 Содержание раздела дисциплины

№	Наименование тем	Содержание учебного материала	Объем часов
1	Современное состояние и ресурсная база угледобычи.	Характеристика разведанных запасов и геологические особенности основных угольных бассейнов мира. Ведущие угледобывающие страны. Специфические особенности горно-геологических и горнотехнических условий разработки пологих и крутых угольных пластов.	2
2	Основные направления развития техники и технологий подземной угледобычи.	Современное состояние и перспективы развития угледобычи. Перспективы мирового рынка угля. Современное состояние и основные направления развития техники и технологий подземной угледобычи. Проблемы подземной угледобычи.	2

4. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости

По итогам изучения дисциплины (модуля) «Введение» контроль и промежуточная аттестация не предусмотрены.

5. Учебно-методическое обеспечение

Основная литература:

1. Зубов В.П., Васильев А.В., Казанин О.И. Подземная разработка пластовых месторождений полезных ископаемых: Учебник / Национальный минерально-сырьевой университет «Горный». СПб, 2015. 365 с.

2. Подготовка и разработка высокогазоносных угольных пластов. А.Д.Рубан, В.Б.Артемьев, В.С. Забурдяев и др. М., Изд.Горная книга, 2010. - 500 С.

3. Пучков, Л.А. Углеэнергетический комплекс будущего [Электронный ресурс]: учеб.-метод. пособие / Л.А. Пучков, Б.М. Воробьев, Ю.Ф. Васючков. — Электрон. дан. — Москва: Горная книга, 2007. — 245 с.

6. Материально-техническое обеспечение

Материально-техническое оснащение аудиторий:

Специализированные аудитории, используемые при проведении занятий лекционного типа оснащены мультимедийными проекторами и комплектом аппаратуры, позволяющей демонстрировать текстовые и графические материалы.

**Рабочая программа дисциплины (модуля)
«Современные технологии подземной угледобычи»**

1. Цели и задачи дисциплины (модуля)

Цель дисциплины – приобретение теоретических знаний и практических навыков, повышение уровня квалификации в области современной техники и технологий подземной угледобычи.

Основные задачи – получение дополнительных знаний и приобретение навыков, необходимых при разработке и реализации мероприятий по совершенствованию и повышению технического уровня угледобывающих шахт и обеспечения эффективной и безопасной реализации технологических процессов подземной угледобычи.

2. Планируемые результаты обучения

Процесс изучения модуля «Современные технологии подземной угледобычи» направлен на формирование следующих компетенций:

Формируемые профессиональные компетенции	Основные показатели освоения дисциплины (модуля)
<ul style="list-style-type: none"> • Способность обосновывать основные параметры шахт, технологических схем вскрытия, подготовки и отработки запасов с использованием средств комплексной механизации и автоматизации горных работ высокого технического уровня. 	Знать: лучшие доступные технологические решения подземной угледобычи.
	Уметь: обосновывать параметры вскрытия, подготовки и отработка угольных месторождений.
	Владеть: способами технико-экономической оценки проектов подземной угледобычи и методами обоснования их параметров.
<ul style="list-style-type: none"> • Владение методами рационального и комплексного освоения георесурсного потенциала недр. 	Знать: основные методы рационального и комплексного освоения ресурсного потенциала недр.
	Уметь: определять эффективность пространственно-планировочных и организационных решений в аспекте обеспечения рационального комплексного освоения ресурсов недр.
	Владеть: современными методами рационального комплексного освоения ресурсов углеметановых месторождений.
<ul style="list-style-type: none"> • Готовность осуществлять техническое руководство горными при добыче твердых полезных ископаемых, строительстве и эксплуатации подземных объектов, непосредственно управлять процессами на производственных объектах. 	Знать: принципы организации горных и взрывных работ при добыче твердых полезных ископаемых, в том числе в условиях чрезвычайных ситуаций; основные производственные процессы при добыче твердых полезных ископаемых подземным способом.
	Уметь: составлять графики организации основных производственных процессов подземной угледобычи.
	Владеть: методами организации основных производственных процессов.

Формируемые профессиональные компетенции	Основные показатели освоения дисциплины (модуля)
<ul style="list-style-type: none"> Готовность к разработке инновационных технологических решений при проектировании освоения запасов угольных месторождений подземным способом. 	Знать: наилучшие доступные технологии подземной угледобычи и область их рационального применения.
	Уметь: анализировать эффективность технологических решений, применяемых при вскрытии, подготовке и отработке угольных месторождений.
	Владеть: методами анализа технико-экономических показателей проектов угледобычи.

3. Структура и содержание дисциплины (модуля)

3.1 Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование дисциплины (модуля)/наименование тем дисциплины (модуля)	Всего, час	в том числе			Форма контроля
			лекц.	практ.	самост.	
1	Модуль 1. Современные технологии подземной угледобычи	30	8	18	4	опрос
1.1.	Вскрытие и подготовка шахтных полей	10	2	6	2	–
1.2.	Системы разработки пластовых месторождений	10	2	6	2	–
1.3.	Проблемы и решения при отработке сближенных угольных пластов	4	2	2	-	-
1.4.	Базовые технологии угледобычи	6	2	4	-	-

3.2 Содержание раздела дисциплины

№	Наименование тем	Содержание учебного материала	Объем часов
1	Вскрытие и подготовка шахтных полей	Современные горнотехнические системы. Принципы вскрытия и подготовки шахтных полей. Выбор и обоснование схемы вскрытия и способа подготовки шахтного поля.	10
2	Системы разработки пластовых месторождений	Системы разработки угольных пластов. Классификация, требования, характеристика, достоинства и недостатки, область применения, тенденции развития. Определение рациональных параметров.	10
3	Проблемы и решения при отработке сближенных угольных пластов	Современные технологии добычи угля сложных горно-геологических условиях. Отработка сближенных угольных пластов.	4
4	Базовые технологии угледобычи	Классификация процессов подземных горных работ. Современные средства механизации очистных работ. Технологические схемы	6

№	Наименование тем	Содержание учебного материала	Объем часов
		выполнения монтажно-демонтажных работ. Требования, технические характеристики, тенденции развития. Основные требования к схемам подготовки и отработки выемочных участков угольных пластов. Прогрессивные технологические схемы ведения подготовительных и очистных работ.	

3.3 Перечень занятий семинарского типа

№ темы	Наименование занятия семинарского типа	Вид занятия	Кол-во час.
1	Современные пространственно-планировочные решения по вскрытию и подготовке шахтных полей	практическое занятие	6
2	Обоснование параметров выемочных участков при интенсивной отработке запасов	практическое занятие	2
3	Современные системы проектирования шахт	мастер-класс	4
4	Современная подземная угледобыча: проблемы и решения	мастер-класс	4
5	Технологии монтажно-демонтажных работ	практическое занятие	2
8	Отработка угольных пластов в сложных горно-геологических условиях	практическое занятие	2
9	Проблемы и решения при отработке сближенных угольных пластов	практическое занятие	2

4. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости

Вопросы для текущего контроля успеваемости:

1. Как называется часть недр, предоставленная шахте для промышленной разработки содержащихся в ней угольных залежей?
2. Какие основные технологические свойства горных пород определяют производительность машин и труда рабочих?
3. Какими факторам определяются размеры поперечного сечения выработок в свету?
4. Какие факторы влияют на выбор способа проведения подготовительных выработок?
5. Как разделяются горные выработки в зависимости от назначения?
6. Как называется проведение комплекса вскрывающих выработок, которые открывают доступ с поверхности к полезному ископаемому и обеспечивают возможность проведения основных подготовительных выработок?
7. В каких условиях применяют вскрытие наклонными стволами, проводимыми вкрест простирания?
8. От чего зависит объем околотвального двора?
9. Как называется комплекс зданий, сооружений и оборудования, предназначенный для подъема, приема, переработки и отправки потребителям полезного ископаемого, приема и складирования породы, подачи воздуха в шахту?

10. Каким основным требованиям должна отвечать технология очистных работ при выемке угольных пластов?

11. В каких горно-геологических условиях целесообразно применение струговых установок?

12. Как называется технический график, который строится с учетом технологической и организационной взаимосвязи процессов в пространстве и во времени. По оси ординат приводится длина очистного забоя, а по оси абсцисс - продолжительность суток?

13. Что называется системой разработки?

14. В чем заключается принципиальное различие столбовой и сплошной систем разработки?

15. Какие достоинства и недостатки присущи столбовой системе разработки?

16. Что ограничивает применение камерных систем разработки?

17. В чем заключается сущность способа охраны полевых выработок путем их надработки?

18. В чем заключаются основные отличия поточной и циклической организации работ?

19. Из каких основных блоков состоит технологический комплекс поверхности?

20. Как называется взаимосвязанный комплекс капитальных горных выработок, расположенных непосредственно у ствола на данном горизонте, специально оборудованных и связывающих ствол с главными выработками горизонта и предназначенных для обслуживания горных работ на горизонте в соответствии с назначением ствола?

21. Как называется отношение времени работы выемочной машины по выемке полезного ископаемого к времени продолжительности смены с учетом регламентируемых и случайных перерывов в технологии

22. Как называется способность горных пород в раздробленном состоянии саморозогреваться и возгораться?

23. Какая горизонтальная выработка имеет выход на земную поверхность?

24. Какая связь существует между годовой производительностью шахты $A_{ш.г}$, расчетным сроком ее существования T_p и величиной промышленных запасов шахтного поля Z_{np} ?

25. Какие достоинства и недостатки имеет способ охраны выработок целиками угля?

26. Какие основные причины могут иметь технологические перерывы в очистном забое?

27. Какие основные схемы проветривания выемочных участков используются в угольных шахтах?

28. Какие технологические процессы при проведении выработок являются основными?

5. Учебно-методическое обеспечение дисциплины

Основная литература:

1. Зубов В.П., Васильев А.В., Казанин О.И. Подземная разработка пластовых месторождений полезных ископаемых: Учебник / Национальный минерально-сырьевой университет «Горный». СПб, 2015. 365 с.

2. Технологические схемы подготовки и отработки выемочных участков на шахтах ОАО "СУЭК-Кузбасс": альбом / О.И.Казанин и др. - 2-е изд., испр. - М.: Горное дело [и др.], 2014. - 256 с.
3. Сидоренко А.А., Сидоренко С.А. Подземная разработка месторождений полезных ископаемых. Учебное пособие. Пятигорск: ПФ СКФУ, 2019. 128 с.
4. Зубов В.П., Васильев А.В., Синопальников К.Г. Задачник по подземной разработке пластовых месторождений полезных ископаемых. Издательство ООО «Типография «ИМИДЖ-ПРЕСС», СПб-М., 2017 г., 377 с.
5. Сидоренко А.А., Иванов В.В. Геотехнология подземная и открытая. Учебное пособие. Санкт-Петербургский политехнический университет. СПб, 2016. 160 с.
6. Подготовка и разработка высокогазоносных угольных пластов. А.Д.Рубан, В.Б.Артемьев, В.С. Забурдяев и др. М., Изд.Горная книга, 2010. - 500 С.
7. Подземная разработка пластовых месторождений: учеб. пособие / П.В.Егоров и др. - Изд. 3-е. - М.: Изд-во МГГУ, 2007. - 217 с., и предыдущие издания.

6. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Материально-техническое оснащение аудиторий:

Специализированные аудитории, используемые при проведении занятий лекционного типа и практических оснащены мультимедийными проекторами и комплектом аппаратуры, позволяющей демонстрировать текстовые и графические материалы.

**Рабочая программа дисциплины (модуля)
«Обеспечение безопасности горных работ»**

1. Цели и задачи дисциплины (модуля)

Цель дисциплины – приобретение теоретических знаний и практических навыков, повышение уровня квалификации в области промышленной безопасности подземной угледобычи.

Основные задачи – получение дополнительных знаний и приобретение навыков, необходимых при разработке и реализации мероприятий по обеспечению безопасности подземной угледобычи.

2. Планируемые результаты обучения

Процесс изучения модуля «Обеспечение безопасности горных работ» направлен на формирование следующих компетенций:

Формируемые профессиональные компетенции	Основные показатели освоения дисциплины (модуля)
<ul style="list-style-type: none"> Использование нормативных документов по безопасности и промышленной санитарии при проектировании, строительстве и эксплуатации предприятий при подземной угледобыче. 	Знать: требования основных нормативных документов по безопасности.
	Уметь: применять современные средства контроля состояния объектов подземной угледобычи.
	Владеть: способами оценки уровня рисков и промышленной безопасности при подземной угледобыче.
<ul style="list-style-type: none"> Готовность оперативно устранять нарушения производственных процессов, вести первичный учет выполняемых работ, анализировать оперативные и текущие показатели производства, обосновывать предложения по совершенствованию организации производства при подземной угледобыче. 	Знать: основные принципы организации производства при подземной угледобыче; основные нарушения производственных процессов и методы их устранения.
	Уметь: выполнять анализ оперативных и текущих показателей основных процессов производства.
	Владеть: методами учета показателей производственных процессов.

3. Структура и содержание дисциплины (модуля)

3.1 Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование дисциплины (модуля)/наименование тем дисциплины (модуля)	Всего, час	в том числе			Форма контроля
			лекц.	прак тич.	самост.	
1	Модуль 2. Обеспечение безопасности горных работ	14	4	10	-	опрос
1.1.	Обеспечение безопасности подземной угледобычи	8	2	6	-	–
1.2.	Современные системы управления охраной труда	2	2	-	-	-
1.3.	Многофункциональные системы безопасности	2	-	2	-	–
1.4	Методы и приборы контроля опасностей в угольных шахтах	2	-	2	-	-

3.2 Содержание раздела дисциплины

№	Наименование тем	Содержание учебного материала	Объем часов
1	Обеспечение безопасности подземной уголедобычи	Данные о производственном травматизме и профессиональной заболеваемости на угольных шахтах, абсолютные и относительные показатели производственного травматизма (LTIFR, FIFR, LTISR), понятия опасности и риска, основные опасности для работников, ведущих подземные горные работы по добыче угля, основные мировые тенденции в области обеспечения безопасности ведения подземных горных работ по добыче угля (IT технологии, системы управления охраной труда, методы спасения работников, застигнутых аварией в шахтах)	8
2	Современные системы управления охраной труда	Основные подходы к оценке и управлению профессиональными рисками, принципы построения системы управления охраны на различных уровнях управления (от национального до уровня предприятия). Основные международные стандарты по системам управления охраной труда ISO 45001, ILO-OSH-2001, OHSAS 18001, основные индикаторы состояния охраны труда на предприятии, принципы постановки целей и задач, основные сведения о концепции Vision Zero или «Нулевой травматизм».	2
3	Многофункциональные системы безопасности	Существующие подходы и пути снижения риска инцидентов в угольных шахтах, связанных с метановым фактором, угольной пылью, пожарами и самим шахтером. Понятие автоматизированных систем контроля. Системы мониторинга опасных факторов в шахте. Требования нормативных документов в области использования многофункциональных систем безопасности (МФСБ).	2
4	Методы и приборы контроля опасностей в угольных шахтах	Структура и особенности функционирования единой диспетчерской службы на горном предприятии. Схема сбора и передачи информации на единый диспетчерский пульт. Структура системы управления на основе GPS Granch и цели ее использования при ведении подземных горных работ. Примеры графического представления информации (положение персонала внутри выработок; схема аэрогазового контроля; графики скоростных режимов движения воздуха внутри шахтных выработок). Технические особенности структуры системы Granch GPS. Методы измерения запыленности воздуха рабочей зоны в угольных шахтах (гравиметрический, счетный, фотометрический), принципы работы	2

№	Наименование тем	Содержание учебного материала	Объем часов
		приборов и оборудования для оценки запыленности, осуществление замеров в лабораторных условиях. Методы измерения концентрации вредных и опасных газообразных примесей воздуха, принципы работы и устройства приборов и оборудования для оценки загазованности.	

3.3 Перечень занятий семинарского типа

№ темы	Наименование занятия семинарского типа	Вид занятия	Кол-во час.
1	Многофункциональные системы безопасности угольных шахт.	практическое занятие	2
2	Методы и приборы контроля опасностей в угольных шахтах.	практическое занятие	2
3	Горноспасательное дело	мастер-класс	6

4. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости

Вопросы для текущего контроля успеваемости:

1. Как Вы понимаете термин «авария» применительно к объекту ведения горных работ?
2. Какой принцип заложен в модель «галстук-бабочка»?
3. Какие этапы включает в себя процедура оценки риска?
4. Как Вы понимаете термин «опасность»?
5. Что представляет собой показатель LTIFR?
6. Перечислите основные опасности для работников при подземной угледобыче, приводящие к тяжелым и смертельным несчастным случаям.
7. Назовите основные документы, входящие в систему нормативных правовых актов, содержащих государственные нормативные требования ОТ и кем они разрабатываются?
8. Какие стадии комплексного подхода к снижению уровня производственного травматизма и профессиональной заболеваемости определяет Международная организация труда?
9. Что включает в себя стратегия предотвращения несчастных случаев?
10. Что предусматривает концепция «Нулевого травматизма»?
11. Какой номер носят Международные стандарты в области качества, охраны окружающей среды и безопасности труда?
12. Какой принцип заложен в основу всех современных систем управления?
13. Какой документ по системам управления охраной труда выпустила Международная организация труда (МОТ) в начале 2000-х годов?
14. Для чего нужны многофункциональные системы безопасности (МФСБ)?
15. Какие системы включает в себя Комплекс «Умная шахта»?
16. Какие функции выполняет система Granch МИС?
17. Что входит в состав подземного оборудования системы «Granch SBGPS»?
18. На каком расстоянии относительно друг друга должны быть расположены базовые станции?
19. Какова точность определения местонахождения (позиционирования) людей?

20. Назовите виды контроля за составом воздуха в шахте и их сравнительные достоинства и недостатки.
21. В каких пунктах производятся замеры содержания метана?
22. Укажите предельно допустимые концентрации метана в характерных пунктах замеров.
23. Кто осуществляет контроль за содержанием метана в общешахтных выработках, в участковых выработках и машинных камерах, в забоях?
24. Чем определяется продолжительность отбора пробы?
25. С какой целью при определении концентрации пыли измеряют температуру и давление воздуха?
26. От каких факторов зависит частота замеров метана?

5. Учебно-методическое обеспечение дисциплины

Основная литература:

1. Safety and health in coal mines. An ILO code of practice. International Labour Organization. Geneva, 1996. 187 p.
2. Review of successful Occupational Safety and Health benchmarking Initiatives. European Agency for Safety and Health at Work. 2015.
3. Nocodust – reduction of risks arising from exposure of workers to high dust levels in coal mines European Agency for Safety and Health at Work. 2013.
4. Audit Matrix for the ILO Guidelines on Occupational Safety and Health Management Systems (ILO-OSH 2001).
5. ILO Guidelines on Occupational Safety and Health Management Systems, ILO-OSH 2001.
6. Implementation Guidance for the ILO Guidelines on Occupational Safety and Health Management Systems, ILO-OSH 2001.
7. Second National Programme on Occupational Safety and Health (2011- 2015). Ministry of Labour, Invalids and Social Affairs (The Socialist Republic of Vietnam).
8. OSH Management System: A Tool for Continual Improvement (International Labour Organization, 2011).
9. Countess Environmental. WRAP fugitive dust handbook. WGA Contract: 30204–111. Western Governors Association, Denver, Colorado, 2006. 489 p.
10. Averdieck, W. PCME ltd. Optimising the efficiency of dust control equipment with a novel forward-scatter particulate monitoring instrument / W. Averdieck, PCME materials, 2016. 297 p.

6. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Материально-техническое оснащение аудиторий:

Специализированные аудитории, используемые при проведении занятий лекционного типа и практических оснащены мультимедийными проекторами и комплектом аппаратуры, позволяющей демонстрировать текстовые и графические материалы.

Рабочая программа дисциплины (модуля)
«Управление состоянием массива горных пород и газовыделением на выемочных участках»

1. Цели и задачи дисциплины (модуля)

Цель дисциплины – приобретение теоретических знаний и практических навыков, повышение уровня квалификации в области управления состоянием массива горных пород и управления газовыделением на выемочных участках угольных шахт.

Основные задачи – получение дополнительных знаний и приобретение навыков, необходимых при разработке и реализации мероприятий по управлению состоянием массива и обеспечению геодинамической и газодинамической безопасности подземной угледобычи и эксплуатационного состояния подземных горных выработок.

2. Планируемые результаты обучения

Процесс изучения модуля «Управление состоянием массива горных пород и газовыделением на выемочных участках» направлен на формирование следующих компетенций:

Формируемые профессиональные компетенции	Основные показатели освоения дисциплины (модуля)
<ul style="list-style-type: none"> Владение методами анализа, знанием закономерностей поведения и управления свойствами горных пород и состоянием массива в процессах подземной угледобычи, а также при строительстве и эксплуатации подземных сооружений. 	Знать: закономерности поведения и способы управления состоянием массива горных пород.
	Уметь: проводить прогноз напряженно-деформированного состояния ответственных элементов массива горных пород в окрестностях очистных и подготовительных выработок.
	Владеть: современными методами компьютерного моделирования и оценки напряженного состояния массива горных пород.

3. Структура и содержание дисциплины (модуля)

3.1 Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование дисциплины (модуля)/наименование тем дисциплины (модуля)	Всего, час	в том числе			Форма контроля
			лекц.	практ. тич.	самост.	
1	Модуль 3. Управление состоянием массива горных пород и газовыделением на выемочных участках	12	4	8	-	опрос
1.1.	Управление состоянием массива горных пород при подземной угледобыче	6	2	4	-	–
1.2.	Управление газовыделением на выемочных участках угольных шахт	6	2	4	-	–

3.2 Содержание раздела дисциплины

№	Наименование тем	Содержание учебного материала	Объем часов
1	Управление состоянием массива горных пород при подземной угледобыче	Напряженно-деформированное состояние массива «возмущенного» ведением подземных горных работ. Требования к способам управления состоянием массива. Мониторинг состояния массива. Современные методы оценки напряженно-деформированного состояния массива горных пород. Компьютерное моделирование состояния массива горных пород. Обеспечение эксплуатационного состояния участковых подготовительных выработок.	6
2	Управление газовыделением на выемочных участках угольных шахт	Современные методы управления газовыделением при интенсивной отработке свит газоносных угольных пластов средствами вентиляции и дегазации. Схемы изолированного отвода метановоздушной смеси. Заблаговременная, предварительная и текущая дегазация угольных пластов. Дегазация выработанного пространства. Комплексная дегазация при отработке свит газоносных угольных пластов. Классификация динамических явлений в угольных шахтах. Механизм формирования. Основные требования нормативных документов к технологиям отработки пластов, опасных по горным ударам (внезапным выбросам). Снижение влияния горных работ на природные и техногенные объекты на земной поверхности.	6

3.3 Перечень занятий семинарского типа

№ темы	Наименование занятия семинарского типа	Вид занятия	Кол-во час.
1	Численные исследования напряженного состояния массива горных пород	лабораторное занятие	4

4. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости

Вопросы для текущего контроля успеваемости:

1. От каких факторов зависит характер образующегося поля напряжений вокруг выработок?
2. На какие группы делятся способы охраны горных выработок?
3. Какие способы охраны горных выработок находят применение в угольных шахтах?
4. Чем обусловлена необходимость обоснования места расположения относительно краевых частей массива?
5. В чем заключаются недостатки способа охраны выработок методом оставления предохранительных целиков?
6. В каких зонах ППГД (от целиков или краевых частей) при прочих равных условиях поддержание выработок более затруднительно?
7. Какие основные параметры имеет зона ППГД?

8. Чем обусловлено возникновение опорного давления?
9. Какие зоны по уровню напряжений выделяют впереди очистного забоя?
10. Какие основные геологические факторы учитываются при оценке по комплексному критерию удароопасности каменноугольных и антрацитовых пластов?
11. Какой основной параметр определяет размеры зоны ПГД в кровлю и почву?
12. Какие горно-геологические факторы определяют удароопасность пластов?
13. Какие профилактические меры борьбы с горными ударами относятся к региональным?
14. Какие исходные данные необходимы для построения защищенных зон?
15. Что является отличительным признаком внезапного выброса угля и газа?

5. Учебно-методическое обеспечение дисциплины

Основная литература:

1. Сидоренко А.А. Управление состоянием горного массива. Учебное пособие. – Питягорск: ПФ СКФУ, 2018. – 116 с.
2. Ковалёв О.В. и др. Управление сдвижением налегающей толщи пород под водными объектами. Методические указания к расчетно-графическим работам. СПГИ (ТУ), СПб, 2010.
3. Ковалёв О.В. и др. Управление сдвижением массива горных пород при подземной разработке калийных месторождений. Методические указания к расчетно-графическим работам. СПГИ (ТУ), СПб, 2010 г.
4. Справочник по охране недр. Правила охраны сооружений и природных объектов от вредного влияния подземных горных разработок на угольных месторождениях / редкол.: А.Д.Рубан (пред.) и др. - М. : Горное дело [и др.], 2011.
5. Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности "Положение по безопасному ведению горных работ на месторождениях, склонных и опасных по горным ударам". 2014.
6. Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности «Инструкция по дегазации угольных шахт». Серия 05. Выпуск 22. 2-е изд., испр. – М.: ЗАО «НТЦ ПБ», 2015. –250 с.
7. Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности «Инструкция по применению схем проветривания выемочных участков шахт с изолированным отводом метана из выработанного пространства с помощью газоотсасывающих установок». Серия 05. Выпуск 21. – М.: ЗАО «НТЦ ПБ», 2015. –128 с.

6. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Материально-техническое оснащение аудиторий:

Специализированные аудитории, используемые при проведении занятий лекционного типа и практических оснащены мультимедийными проекторами и комплектом аппаратуры, позволяющей демонстрировать текстовые и графические материалы.

**Рабочая программа дисциплины (модуля)
«Снижение негативного воздействия на окружающую среду»**

1. Цели и задачи дисциплины (модуля)

Цель дисциплины – приобретение теоретических знаний и практических навыков, повышение уровня квалификации в области снижения негативного воздействия на окружающую среду.

Основные задачи – получение дополнительных знаний и приобретение навыков, необходимых при разработке и реализации мероприятий по управлению состоянием природных экологических систем в областях интенсивной угледобычи.

2. Планируемые результаты обучения

Процесс изучения модуля «Снижение негативного воздействия на окружающую среду» направлен на формирование следующих компетенций:

Формируемые профессиональные компетенции	Основные показатели освоения дисциплины (модуля)
<ul style="list-style-type: none"> Готовность демонстрировать навыки разработки планов мероприятий по снижению техногенной нагрузки производства на окружающую среду при подземной разработке угольных месторождений. 	Знать: основные экологические проблемы подземной угледобычи и направления снижения негативного техногенного воздействия.
	Уметь: осуществлять оценку экологического воздействия и определять наиболее эффективные меры по ее снижению.
	Владеть: современными методами экологического мониторинга.

3. Структура и содержание дисциплины (модуля)

3.1 Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование дисциплины (модуля)/наименование тем дисциплины (модуля)	Всего, час	в том числе			Форма контроля
			лекц.	практ. тич.	самост.	
5	Модуль 4. Снижение негативного воздействия на окружающую среду	6	4	2	-	опрос
5.1.	Снижению негативного влияния подземной угледобычи	6	4	2	-	–

3.2 Содержание раздела дисциплины

№	Наименование тем	Содержание учебного материала	Объем часов
1	Снижению негативного влияния подземной угледобычи	Основные экологические проблемы при подземной разработке угольных месторождений. Природные экологические системы, их изменения в результате горнодобывающей деятельности. Уровень использования энергетических источников при добыче угля. Экологические последствия использования энергии в	6

№	Наименование тем	Содержание учебного материала	Объем часов
		<p>горном деле. Мероприятия по снижению негативных экологических последствий эксплуатации энергоемкого горного оборудования. Выделение газа и пыли при ведении горных работ (при подземной добыче, переработке и транспортировке угля и пустых пород, их складировании). Предельно допустимые концентрации для основных видов загрязнителей атмосферного воздуха. Мероприятия по снижению уровня выбросов. Мероприятия, снижающие или устраняющие локальные загрязнения при ведении горных работ и смежных производств. Основные потребители воды в горном деле. Потери используемой воды, ее загрязнение в процессе добычи. Требования к составу и свойствам воды по объектам ее использования в горном деле. ПДК вредных веществ в сточных водах горного производства. Методы определения параметров качества воды, контрольно-измерительная аппаратура для этих целей. Источники загрязнения воды при подземной разработке угольных месторождений. Мероприятия по снижению уровня загрязнения. Ресурсы полезных ископаемых и проблемы их использования. Потери полезных ископаемых в горном деле и их учет. Мероприятия по снижению потерь. Комплексное использование минеральных ресурсов. Мероприятия по комплексному использованию минеральных ресурсов. Отходы (твердые, жидкие и газообразные) угольного производства и их использование. Безотходные и малоотходные технологии в горном деле. Отвод земель под горные предприятия. Нарушение земной поверхности прокладкой наземных транспортных путей, строительством горнопромышленных комплексов, расположением складов хранения полезного ископаемого и породных отвалов. Нарушение земной поверхности во время ведения подземной добычи и строительства подземных сооружений. Мероприятия по снижению масштабов нарушений поверхности в горном деле. Рекультивация нарушенных земель. Методы исследования качественных характеристик поверхности, почв, пород. Технологии вторичной переработки отходов. Принципы создания малоотходных ресурсосберегающих технологий. Особенности мониторинга окружающей среды в районах воздействия предприятий горнопромышленного комплекса. Рекультивация терриконов, образованных на поверхности при подземной добыче угля.</p>	

3.3 Перечень занятий семинарского типа

№ темы	Наименование занятия семинарского типа	Вид занятия	Кол-во час.
1	Снижению негативного влияния подземной угледобычи	практическое занятие	2

4. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости

Вопросы для текущего контроля успеваемости:

1. Что такое экологический мониторинг?
2. Каковы задачи экологического мониторинга?
3. Как подразделяется мониторинг по масштабу наблюдений и характеру обобщения информации?
4. Каковы системы мониторинга по методам наблюдения?
5. Как классифицируются системы мониторинга?
6. Основные формы рельефа нарушенных горными разработками земель.
7. Главные изменения в ландшафтах, рельеф которых изменен горными разработками.
8. Состав и свойства вскрышных пород, слагающих отвалы при подземном способе добычи полезных ископаемых.
9. Основные признаки, характеризующие пригодность пород для биологической рекультивации.
10. Промышленные отвалы и их неблагоприятные воздействия на окружающую среду.
11. Биологическая рекультивация: определение термина.
12. Направления рекультивации.
13. Критерии выбора рациональных направлений рекультивации.
14. История развития идей по проблеме биологической рекультивации.
15. Классификация промышленных отвалов и выемок.
16. Промышленные отвалы и их неблагоприятные воздействия на окружающую среду.
17. Какие основные признаки характеризуют пригодность пород для биологической рекультивации?

5. Учебно-методическое обеспечение дисциплины

Основная литература:

1. Проведение рекультивационных работ на нарушенных землях : Учебное пособие/ Д.О. Нагорнов, Э.А. Кремчеев - СПб: НИЦ АРТ, 2017 г.- 178 с.
2. Чмыхалова, С.В. Горнопромышленная экология : учебное пособие [Электронный ресурс] : учеб. пособие — Электрон. дан. — Москва : МИСИС, 2016. — 111 с.
3. Ветошкин, А.Г. Основы процессов инженерной экологии. Теория, примеры, задачи. + CD [Электронный ресурс] : учеб. пособие — Электрон. дан. — Санкт-Петербург: Лань, 2014. — 512 с.
4. Рекультивация нарушенных земель: Учебное пособие/ Ю.Д.Смирнов, Д.О. Нагорнов - СПб: «Экспертные решения», 2015 г.- 176 с.
5. Современные инновационные технологии добычи и переработки полезных ископаемых: Сборник докладов II международной научно-технической конференции [Электронный ресурс] : мат. конф.. — Электрон. дан. — Москва : Горная книга, 2015. — 328 с.

6. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Материально-техническое оснащение аудиторий:

Специализированные аудитории, используемые при проведении занятий лекционного типа и практических оснащены мультимедийными проекторами и комплектом аппаратуры, позволяющей демонстрировать текстовые и графические материалы.

Приложение 1
к образовательной программе –
«Международная специальная краткосрочная
Программа под эгидой Международного центра ЮНЕСКО
«Подземная разработка угольных месторождений»

Учебно-методические материалы
(конспекты лекций и практических занятий)

Конспект лекций по дисциплине (модулю)
«Введение»

Современное состояние и перспективы развития подземной угледобычи

Уголь доминирует на мировой энергетической арене за счет изобилия ресурсов, доступности и широкому распространению во всем мире. Запасы угля оцениваются в 891 млрд тонн (таблица 1). При текущем уровне добычи угля должно хватить почти на 115 лет. Несмотря на то что в последнее время все больше стали говорить о возобновляемых источниках энергии и связывать использование угля с глобальным изменением климата, именно на уголь приходится самый большой рост потребления энергии в последние годы. 90% всего угля в мире добывается 10 странами: Китай, США, Индия, Россия, Австралия, Индонезия, ЮАР, Германия, Польша, Казахстан (рисунок 1).

Таблица 1 – Распределение запасов угля по странам

№	Страна	Запасы каменного угля, млн т.	Запасы бурого угля, млн т.	Всего запасы угля, млн т.	%
1	 США	108501	128794	237295	26,62
2	 Россия	49088	107922	157010	17,61
3	 Китай	62200	52300	114500	12,84
4	 Австралия	37100	39300	76400	8,57
5	 Индия	56100	4500	60600	6,80
6	 Германия	48	40500	40548	4,55
7	 Украина	15351	18522	33873	3,80
8	 Казахстан	21500	12100	33600	3,77
9	 ЮАР	30156	0	30156	3,38
10	 Индонезия	0	28017	28017	3,14
11	 Турция	322	8380	8702	0,98
12	 Колумбия	6746	0	6746	0,76
13	 Бразилия	0	6630	6630	0,74
14	 Канада	3474	3108	6582	0,74
15	 Польша	4178	1287	5465	0,61
16	 Греция	0	3020	3020	0,34
17	 Болгария	2	2364	2366	0,27
18	 Пакистан	0	2070	2070	0,23
19	 Таиланд	0	1239	1239	0,14
20	 Мексика	860	351	1211	0,14
21	 Чехия	181	871	1052	0,12
22	 КНДР	300	300	600	0,07
23	 Новая Зеландия	33	538	571	0,06
24	 Испания	200	330	530	0,06
25	 Зимбабве	502	0	502	0,06
26	 Венесуэла	479	0	479	0,05
27	 Япония	337	10	347	0,04

№	Страна	Запасы каменного угля, млн т.	Запасы бурого угля, млн т.	Всего запасы угля, млн т.	%
28	 Румыния	10	281	291	0,03
29	 Великобритания	228	0	228	0,03
30	 Вьетнам	150	0	150	0,02
31	 Республика Корея	0	126	126	0,01
	прочие страны	5153	25472	30625	3,44
	Мир	403 199	488 332	891 531	100,00

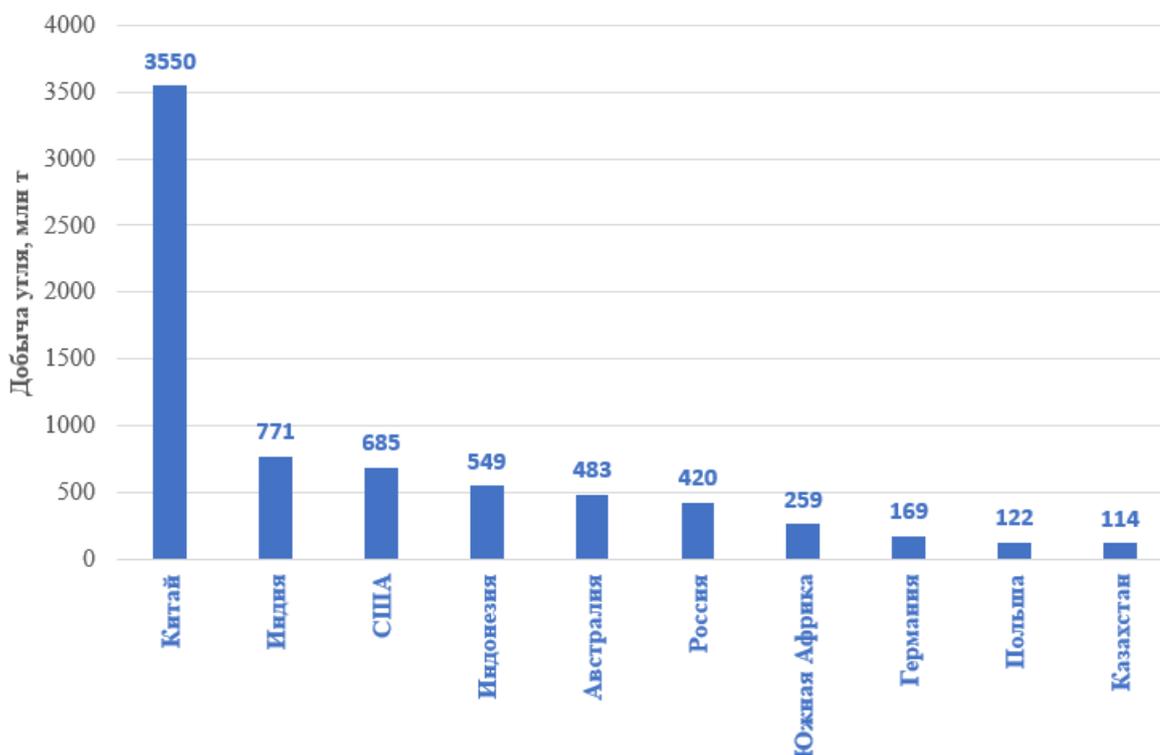


Рис. 1. Добыча угля основными угледобывающими странами

Рассмотрим более подробно крупнейшие угольные бассейны мира.

Тунгусский бассейн, Россия (запасы угля — 2,299 трлн тонн). Бесспорное мировое лидерство по критерию объёма залежей угля принадлежит российскому Тунгусскому бассейну, который занимает площадь более миллиона квадратных километров и охватывает территории Иркутской области, Якутии и Красноярского края. Запасы блока насчитывают 2,299 трлн тонн каменного и бурого угля. О полномасштабной разработке месторождений бассейна говорить преждевременно, поскольку большая часть зон возможной добычи ещё мало изучена ввиду расположения в труднодоступных районах. На тех участках, которые уже разведаны, ведётся добыча открытым и подземным способами.

Ленский бассейн, Россия (1,647 трлн тонн). В Якутии и частично в Красноярском крае расположился второй из самых крупных в мире угольных бассейнов — Ленский — с запасами в 1,647 трлн тонн бурого и каменного угля. Основная часть блока находится в бассейне реки Лены, в районе Центральнаякутской низменности. Площадь угольного бассейна достигает 750 тыс. квадратных километров. Как и Тунгусский бассейн, Ленский блок изучен в недостаточной степени из-за труднодоступности района. Добыча осуществляется на шахтах и разрезах.



Рис. 2. Крупнейшие угольные бассейны России (прогнозные ресурсы категории P1)

Канско-Ачинский бассейн, Россия (638 млрд тонн). Третья позиция в рейтинге крупнейших угольных блоков мира досталась Канско-Ачинскому бассейну, запасы которого насчитывают 638 млрд тонн угля, по большей части бурого. Протяжённость бассейна составляет около 800 километров вдоль Транссибирской магистрали. Блок расположен в Красноярском крае, Иркутской и Кемеровской областях. На его территории открыты около трёх десятков месторождений. Бассейн характеризуется нормальными геологическими условиями для разработки. Ввиду неглубокого залегания пластов освоение участков проходит открытым способом.

Кузбасс, Россия (635 млрд тонн). Кузнецкий бассейн (рисунок 3) является одним из самых масштабных из освоенных бассейнов на территории страны, на его долю приходится порядка 65% всей угледобычи России. Геологические запасы угля Кузбасса оцениваются в 635 млрд тонн. Бассейн находится в пределах Кемеровской области и частично в Алтайском крае и Новосибирской области, где добываются суббитуминозный уголь и антрацит соответственно. По горно-экономическим и структурным особенностям территория Кузбасса подразделяется на 25 геолого-экономических районов (рисунок 3). В Кузбассе преобладающим является подземный способ добычи, который позволяет извлекать более качественный уголь.

Иллинойский бассейн, США (365 млрд тонн). Пятым по объёму угольных запасов в мире числится Иллинойский бассейн площадью 122 тыс. квадратных километров, расположенный в одноимённом штате, а также на территориях соседних регионов — Кентукки и Индианы. Геологические каменноугольные запасы достигают величины в 365 млрд тонн, из них для открытой разработки доступны 18 млрд тонн. Глубина добычи средняя — в пределах 150 метров. До 90% добываемого угля дают лишь два из девяти имеющихся пластов — «Харрисбург» и «Херрин». Примерно такое же количество угля идёт на нужды теплоэнергетической отрасли, остальные объёмы коксуются.

Рурский бассейн, Германия (287 млрд тонн). Знаменитый немецкий Рурский блок размещается в бассейне одноименной реки, являющейся правым притоком Рейна. Это

один из самых старых участков угледобычи, известный ещё с тринадцатого века. Промышленные запасы каменного угля залегают на площади 6,2 тыс. квадратных километров, на уровне глубин до двух километров, однако в целом геологические толщи, общий вес которых находится в пределах 287 млрд тонн, достигают шести километров. Порядка 65% залежей составляет коксующийся уголь. Добыча производится исключительно подземным способом. Максимальная глубина шахт в районе промысла — 940 метров (шахта «Гуго»).

Аппалачский бассейн, США (284 млрд тонн). В восточной части США, на территории штатов Пенсильвания, Мэриленд, Огайо, Западная Виргиния, Кентукки и Алабама, расположен Аппалачский каменноугольный бассейн с запасами в 284 млрд тонн ископаемого топлива. Площадь бассейна достигает 180 тыс. квадратных километров. В блоке насчитывается около трёх сотен районов угледобычи. В Аппалачах сосредоточены 95% шахт страны, а также примерно 85% карьеров. На угледобывающих предприятиях бассейна заняты 78% работников отрасли. Добыча 45% угля осуществляется открытым способом.

Печорский бассейн, Россия (265 млрд тонн). В Ненецком АО и Коми находится восьмой по величине запасов угольный бассейн мира площадью 90 квадратных километров — Печорский. Залежи угля данного блока составляют 265 млрд тонн. Промысел ведётся в районах многолетней мерзлоты, в лесотундре и тундре. Кроме того, тяжёлые условия добычи связаны с тем, что пласты залегают неравномерно и характеризуются высоким уровнем метаноносности. Работа в шахтах опасна из-за высоких концентраций газа и пыли. Большинство шахт были построены непосредственно в Инте и Воркуте. Глубина разработки участков достигает 1100 метров.

Таймырский бассейн, Россия (217 млрд тонн). Ещё один российский угольный блок вошёл в мировую десятку - Таймырский бассейн, который находится на территории одноименного полуострова и занимает площадь 80 тыс. квадратных километров. Строение пластов сложное, часть залежей угля пригодна для коксования, а большинство запасов составляют энергетические марки. Несмотря на значительные объёмы запасов топлива - 217 млрд тонн — в настоящее время месторождения бассейна не разрабатываются.

Донбасс - Украина, РФ (141 млрд тонн). Замыкает рейтинг крупнейших угольных бассейнов Донбасс с объёмом залежей в 141 млрд тонн, который охватывает территорию российской Ростовской области и ряд регионов Украины. Площадь бассейна составляет 60 тыс. квадратных километров. В блоке распространены все основные марки каменного угля. Донбасс интенсивно осваивается продолжительное время — с конца 19-го века.

В недрах России сосредоточена треть мировых ресурсов угля и пятая часть разведанных запасов – 193,3 млрд. т. Из них 101,2 млрд.т бурого угля, 85,3 млрд.т каменного угля (в том числе 39,8 млрд.т коксующегося) и 6,8 млрд.т. антрацитов. Промышленные запасы действующих предприятий составляют почти 19 млрд.т, в том числе коксующихся углей — около 4 млрд.т.

В пределах Российской Федерации разведано 23 угольных бассейна и 129 отдельных месторождений. Добыча угля подземным способом в настоящее время ведётся в Кузнецком, Печорском и Донецком угольных бассейнах, а также в Уральском и Дальневосточном регионе. Основным угледобывающим бассейном России является Кузбасс, на долю которого приходится порядка 65% всей угледобычи.

Среднедействующее количество комплексно-механизированных забоев в 2018 г. в данных бассейнах составило 71,5, в том числе: в Печорском – 7,7; в Донецком – 5; в Кузнецком – 40,2; в Уральском регионе – 1; в Дальневосточном регионе – 15,7. Более половины (65%) всего добываемого угля в стране и три четверти углей коксующихся марок добывается в Кузнецком бассейне.

Долгосрочная программа развития угольной промышленности России на период до 2030 года», утвержденная в 2014 году распоряжением правительством Российской

Федерации, ставит целью создание условий российским угольным компаниям для стабильного обеспечения внутреннего рынка углем и продуктами его переработки, а также развития их экспортного потенциала.

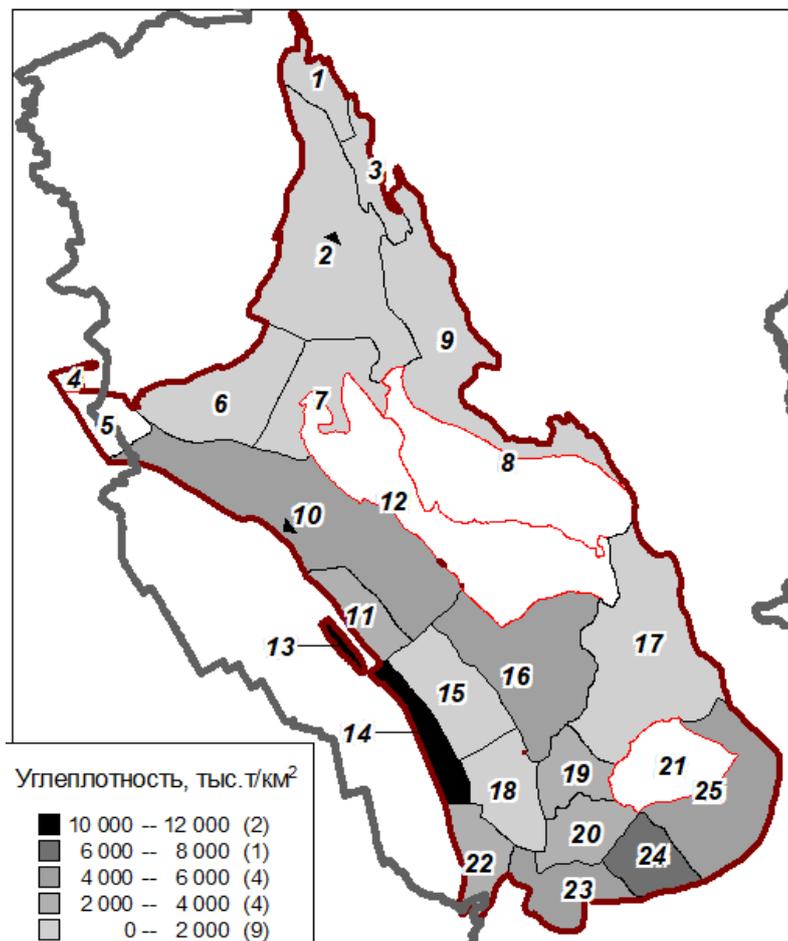


Рис.3. Геолого-экономические районы Кузбасса

	Наименование ГЭР	Углеплотность, тыс.т/км ²
1 4	Прокопьевско-Киселёвский	11724
1 3	Бачатский	10624
2 4	Мрасский	6113
2 3	Кондомский	5404
1 6	Ерунаковский	4911
2 5	Томь-Усинский	4475
1 0	Ленинский	4413
2 2	Бунгуро-Чумышский	2472
1 1	Беловский	2387
2 0	Осиновский	2252
1 9	Байдаевский	2057
2 2	Кемеровский	1144
1 1	Анжерский	1054
7 7	Терсинский	917
7 7	Плотниковский	763
1 8	Араличевский	272
1 5	Ускатский	119
3 3	Барзасский	81
9 9	Крапивинский	51
6 6	Титовский	2



Рис. 4. Динамика добычи угля в России

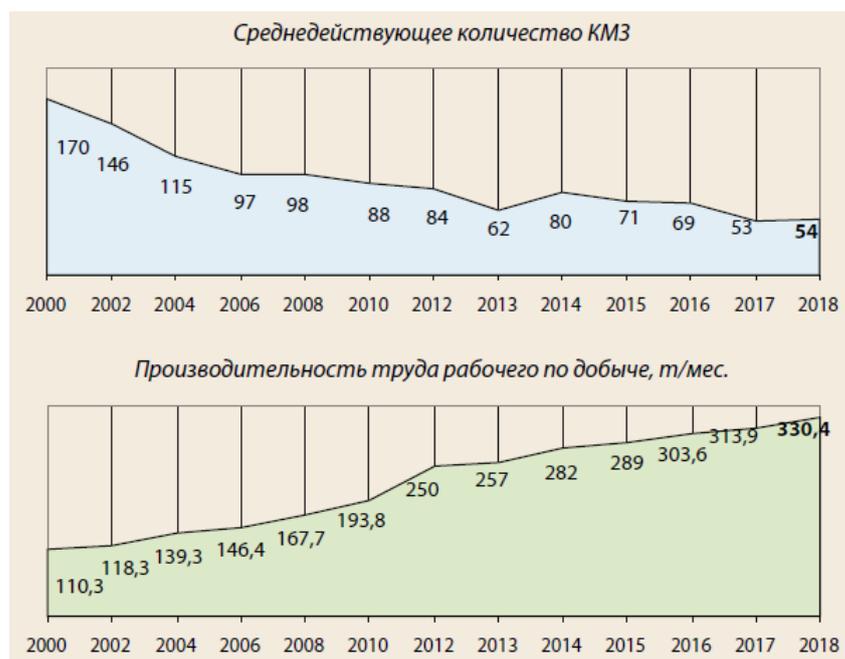


Рис. 5. Динамика количества КМЗ и производительности рабочего по добыче

В качестве одного из конкурентных преимуществ российских угольных компаний отмечается наличие огромных (2-е место в мире – см. табл.1) запасов угля, которых при существующем уровне добычи хватит на 600 лет. В тоже время среди ряда проблем развития отечественной угольной отрасли, не позволяющих в полной мере реализовать конкурентные преимущества, указывается увеличение доли подземной добычи угля, осуществляемой в неблагоприятных горно-геологических условиях. За последние десять лет средняя глубина отработки пластов на шахтах увеличилась на 12 %, составив в 2018 году 441 метр. Практически все (90,8 %) разрабатываемые угольные пласты являются опасными хотя бы по одному из факторов (горным ударам, внезапным выбросам угля и газа, склонные к самовозгоранию, имеющие высокую категорию по газу и т.д.), при этом 74 % шахт опасны по двум и более факторам одновременно. Отмечаемое повышение сложности условий ведения горных работ на шахтах является неизбежным следствием низкой эффективности ресурсной базы угледобывающих шахт России - среди балансовых запасов действующих предприятий примерно 1/3 составляют неблагоприятные запасы, а 1/10 – весьма неблагоприятные запасы. Благоприятные к отработке «высокотехнологичные» запасы весьма неравномерно распределены по районам добычи. Основными районами их сосредоточения являются Кузнецкий и Канско-Ачинский бассейны, включающие около 70 % всех благоприятных запасов России. При этом большинство шахт отрасли имеют на своем балансе запасы неблагоприятные для разработки. Следует отметить, что в связи с широким распространением при подземной угледобыче в России системы разработки длинными столбами возможность и эффективность ее применения и определяет в большинстве случаев целесообразность отнесения запасов к категории благоприятных или неблагоприятных для отработки.

Кроме того, следует учитывать также повышение сложности условий отработки запасов по мере развития подземных горных работ, которое обусловлено, с одной стороны, усложнением горно-геологических условий с увеличением глубины ведения горных работ и связанным с этим ростом газоносности разрабатываемых пластов и интенсивности проявления горного давления, а с другой – с усложнением

горнотехнической ситуации в недрах, вследствие формирования зон разгрузки и повышенного горного давления (ПГД), параметры которых претерпевают существенные изменения во времени и в пространстве – по мере развития горных работ.

Конъюнктура мирового и внутреннего рынка угля России.

Глобальными вызовами, которые оказывают существенное влияние на развитие угольной промышленности России, являются:

- нестабильность конъюнктуры угольных рынков в мире (рисунок 4) и в России (рисунок 5);
- возможное снижение потребления угля в мире по экологическим и климатическим соображениям.

Следует отметить, что снижение потребления угля в мире по экологическим и климатическим соображениям предопределило переход отдельных стран на низкоуглеродные стратегии развития, а также повышение доли возобновляемых источников энергии и природного газа в энергобалансах развитых и развивающихся стран, что повышает риски снижения емкости мирового рынка угля и спроса на российские энергетические угли на мировом рынке.

Угольные экспортеры Кузбасса являются чрезвычайно уязвимыми к изменению мировой цены, поскольку бассейн равноудален от портов восточного и западного направлений и находится на расстоянии порядка 4500 км, в следствие чего доля железнодорожного тарифа в цене достигает 40-45%. В этой связи возможными направлениями обеспечения устойчивого развития угледобычи в Кузбассе является выработка электроэнергии и глубокая переработка угля непосредственно в районах угледобычи.



Рис. 6. Динамика цен на мировом рынке угля (2010-2019 гг.)



Рис. 7. Динамика цен на уголь на внутреннем рынке России (2011-2018 гг.)

**Конспект лекций по дисциплине (модулю)
«Современные технологии подземной угледобычи»**

Вскрытие и подготовка шахтных полей

Вскрытие шахтного поля. Вскрытие шахтного поля – проведение комплекса вскрывающих горных выработок, обеспечивающих доступ с поверхности к залежам полезного ископаемого и обеспечивающих условия для последующей эффективной отработки запасов шахтного поля.

Выбор способа вскрытия зависит от комплекса взаимосвязанных природных, горнотехнических и экономических факторов, а именно: рельефа земной поверхности; числа пластов, углов падения, мощности, газоносности вскрываемых пластов и расстояния между ними; свойств вмещающих пород и нарушенности месторождения, размеров шахтного поля, производственной мощности и срока службы шахты.

Оптимальный способ вскрытия должен удовлетворять следующим основным требованиям:

- Обеспечивать безопасность горных работ.
- Максимальное извлечение полезного ископаемого.
- Минимальные капиталовложения на вскрытие шахтного поля.
- Минимальные эксплуатационные расходы (на подъём, транспорт, поддержание выработок, водоотлив и проветривание).
- Минимальный срок ввода шахты в эксплуатацию.
- Оптимальные технические решения: однотипность транспорта по всем выработкам; наиболее эффективное и надёжное проветривание (шахты в целом, блока, горизонта, панели); максимальная концентрация горных работ и др.

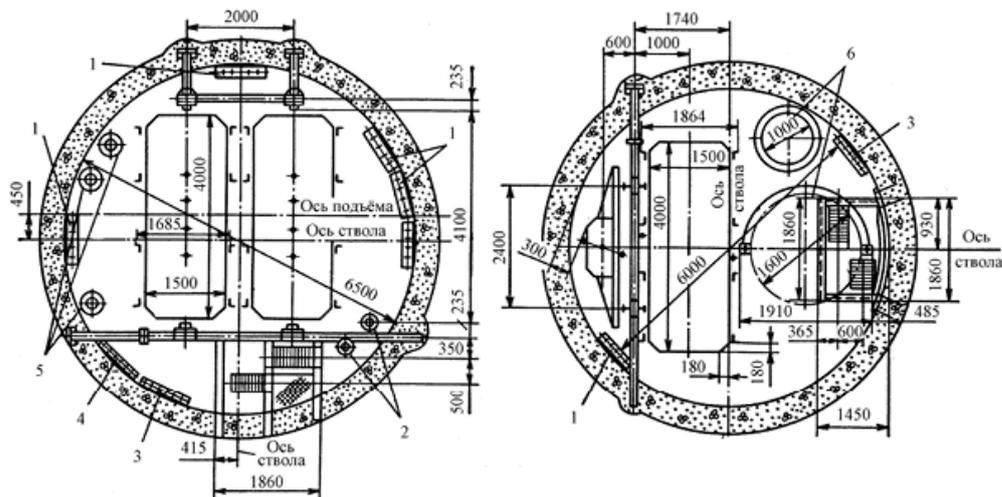
При решении вопросов вскрытия и подготовки шахтного поля необходимо принимать решения о площади поперечного сечения горных выработок.

Размеры выработок выбирают исходя из габаритных размеров транспортных средств, зазоров между подвижными составами и крепью, ожидаемых смещений пород в течение срока службы выработки и допустимых скоростей движения воздуха по выработкам.

Вскрывающие выработки – выработки, обеспечивающие доступ с поверхности к пластам полезного ископаемого в недрах и возможность выполнения горных работ, связанных с подготовкой месторождения или его частей к отработке. Правильный выбор вскрывающих выработок (схемы вскрытия шахтного поля) имеет большое значение, так как от этого зависят размеры первоначальных капитальных вложений и эксплуатационных затрат, сроки строительства шахты, пропускная способность главного подъёма, уровень механизации горных работ и т. д.

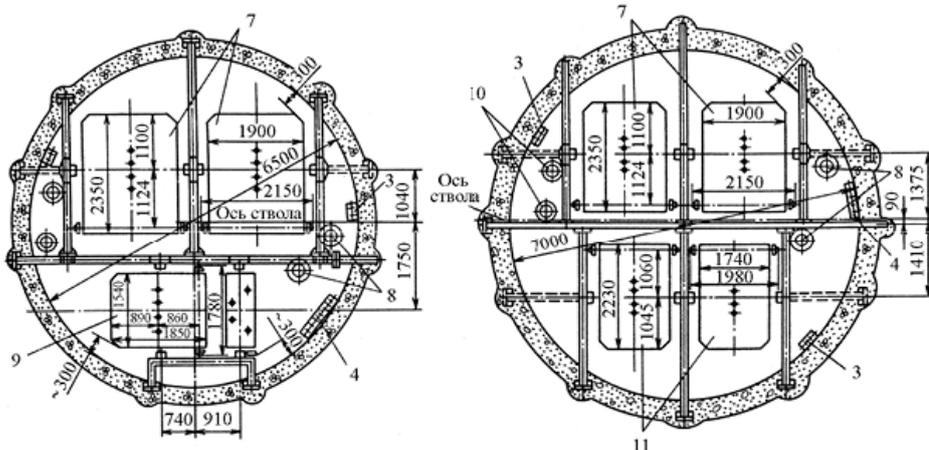
На выбор вскрывающих выработок влияет большое число факторов, которые можно разделить на две группы: геологические и технические. Основными геологическими факторами являются: число вскрываемых пластов, угол падения пластов, свойства боковых пород, расстояние между пластами, мощность наносов или покрывающей непродуктивной толщи, наличие пльвунов и других водоносных пород, нарушенность месторождения, глубина залегания, газоносность пластов, рельеф местности. Основные технические факторы: производственная мощность шахты и срок службы, размеры шахтного поля, уровень развития горнодобывающей техники. Различают основные и дополнительные вскрывающие выработки.

При подземном способе добычи угля к основным вскрывающим выработкам относят вертикальные и наклонные стволы, выработки околоствольного двора, штольни, к дополнительным вскрывающим выработкам - квершлагги, гезенки, скаты, слепые стволы, “передаточные” уклоны и бремсберги. Вертикальные стволы круглого сечения имеют диаметр в свету $5 \div 9$ м с градацией через 0,5 м (рис. 1÷3).



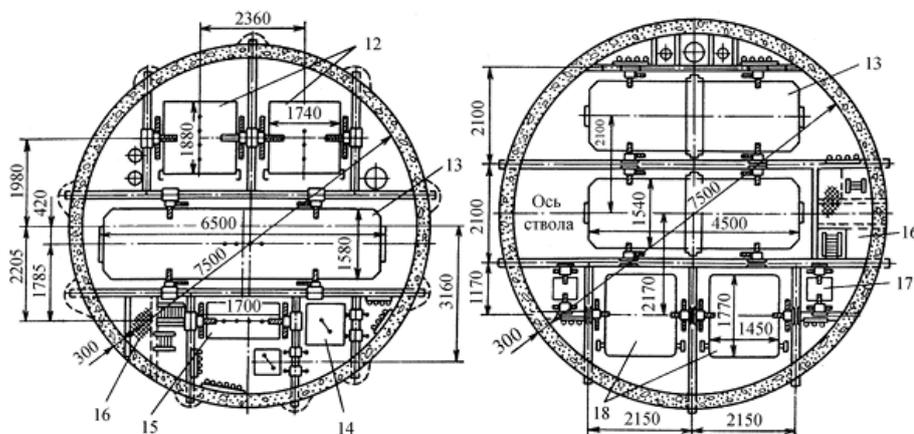
1 – силовые кабели; 2 – трубы диаметром 150 мм для противопожарного водоснабжения; 3 – сигнальные кабели; 4 – телефонные кабели; 5 – трубы диаметром 250 мм для водоотлива; 6 – возможное размещение бады вместимостью 3 м³ и вентиляционная труба на II период строительства

Рис. 1. Клетевые стволы



7 – скипы для угля вместимостью 25 или 35 м³; 8 – трубы диаметром 350 мм для сжатого воздуха; 9 – скип для породы вместимостью 9,5 или 11 м³; 10 – трубы диаметром 250 мм для дегазации; 11 – угольно-породные скипы вместимостью 11, 15 или 20 м³

Рис. 2. Скиповые стволы



12 – скипы; 13 – клеть; 14 – инспекторский подъём; 15 – противовес клетки; 16 – лестничное отделение; 17 – противовесы скипов; 18 – скипы

Рис. 3. Скипо-клетевые стволы

Протяжённые горные выработки, имеющие длительные сроки службы, крепят монолитным бетоном, сборным бетоном с податливыми прокладками (рис. 4, 5).

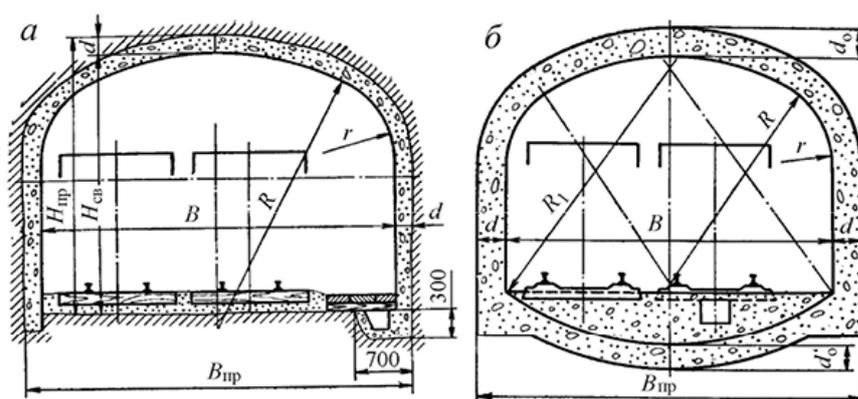


Рис. 4. Монолитные бетонные крепи *а* – с вертикальными стенками и сводчатым перекрытием; *б* – с обратным сводом

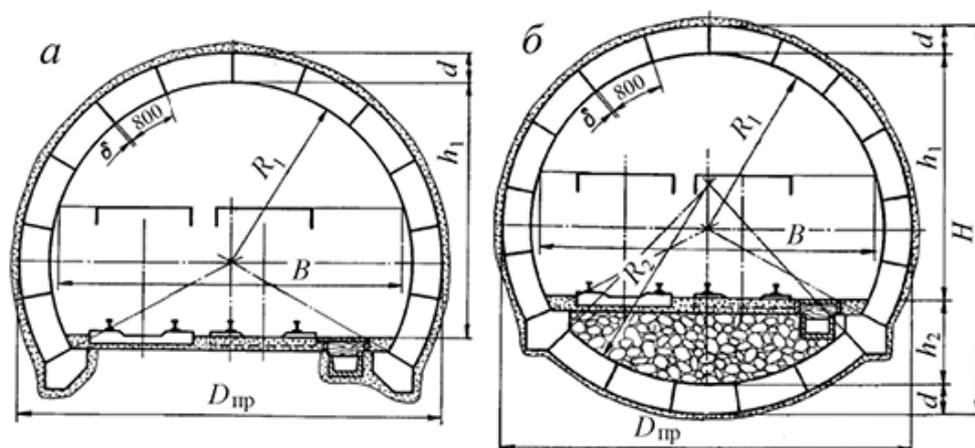


Рис. 5. Сплошная блочная бетонная крепь БКА (*а*) и крепь с обратным сводом БКЗ (*б*)

С помощью основных вскрывающих выработок осуществляется вскрытие шахтного поля с поверхности.

Околоствольный двор шахты представляет собой совокупность выработок около шахтных стволов, предназначенных для обслуживания подземного хозяйства и соединения стволов с главными откаточными и вентиляционными выработками шахты. В околоствольном дворе производятся работы по приёму и выдаче полезного ископаемого и породы на поверхность, приёму материалов и оборудования, доставляемых в шахту с поверхности, и размещаются камеры различного технологического назначения (рис. 6).

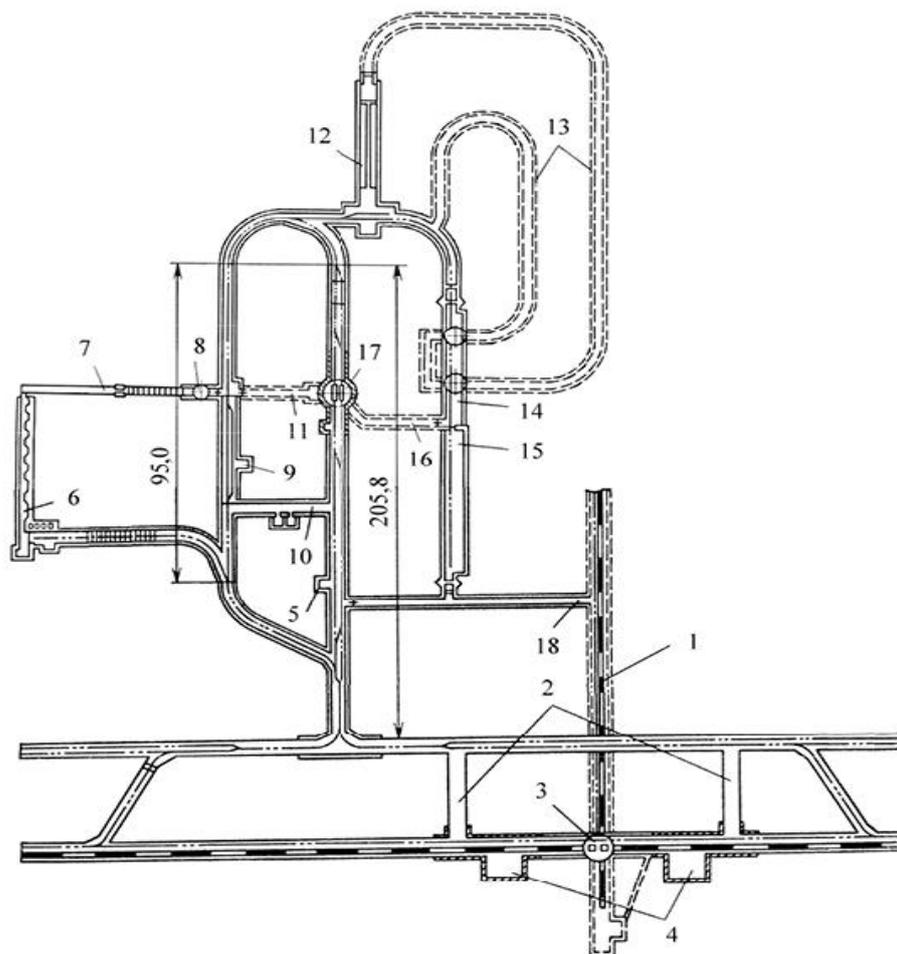
Конфигурация выработок и тип околоствольного двора зависят от многих факторов, основными из которых являются: способ вскрытия, расположение подъездных путей на поверхности, число и угол падения рабочих пластов, расстояние между пластами, производственная мощность шахты и др.

Вне зависимости от способа вскрытия шахтного поля в околоствольном дворе располагаются необходимые для функционирования шахты технологические комплексы (см. рис. 6). Камеры главного водоотлива и центральной электростанции располагаются, как правило, у клетового ствола; между ними устраивается герметичная противопожарная дверь; с выработками околоствольного двора камеры соединяются горизонтальными ходками. В камере главного водоотлива устанавливается обычно три насосных агрегата, обеспечивающих откачку воды из шахты с притоком от 50 до 300 м³/ч. При водопитоке свыше 300 м³/ч и большой высоте напора устанавливается от пяти до

восьми насосов соответствующих типов. Поперечные размеры и длина камер главного водоотлива, зависящие от типа насосов, высоты напора и величины притока шахтных вод, изменяются в пределах: длина – 15÷60 м, высота – 2,8÷5,2 м, ширина 3÷4 м, сечение в свету – 7÷20 м². В камере главного водоотлива устраивают водозаборные колодцы, число которых зависит от числа насосных агрегатов и изменяется от одного до трёх. К водозаборным колодцам примыкает водосборник с одной или двумя ветвями.

Размеры камеры центральной электроподстанции: ширина обычно 4 м, высота 3 м, сечение в свету 11 м²; длина камеры зависит от типа и количества устанавливаемого оборудования и составляет обычно 20÷30 м.

Пол центральной электроподстанции и главного водоотлива расположен на 0,5 м выше уровня головок рельсов в околоствольном дворе.

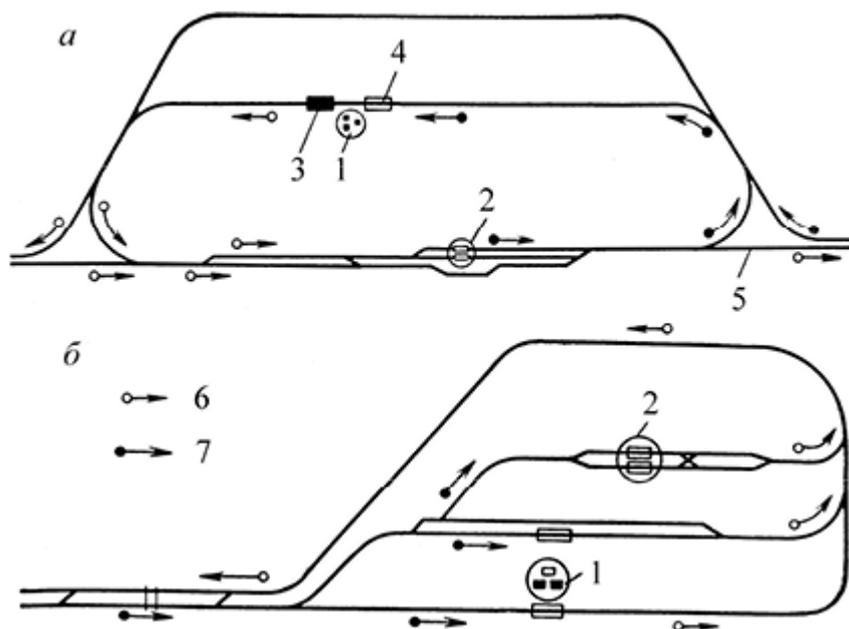


1 – главный наклонный ствол; 2 – камеры пускорегулирующей аппаратуры конвейеров; 3–перегрузочная станция; 4–камеры приводных головок ленточных конвейеров; 5–санузел; 6–склад ВМ; 7–сбойка для проветривания склада ВМ; 8–вентиляционная скважина; 9–место посадки людей в вагоны; 10–камера ожидания; 11–ходок в камеру зумпфовых насосов; 12–осветляющие резервуары; 13–водосборники; 14–насосная камера; 15–центральная электроподстанция; 16–водотрубный ходок; 17–клетевой ствол; 18–ходок в главный ствол

Рис.6. Пример схемы кругового околоствольного двора при двухстороннем поступлении грузов (транспортирование горной массы – конвейерами, вспомогательных материалов и оборудования – монорельсовыми дизелевозами)

Околоствольные дворы классифицируют по следующим основным признакам: типу транспортных средств, схемам движения грузовых потоков; направлению поступления грузов; количеству транспортных выработок и рельсовых путей; типу

подъёма и подъёмного оборудования. По типу транспортных средств окоlostвольные дворы подразделяются на локомотивные (для вагонеток с глухим кузовом и донной разгрузкой) и конвейерные, из которых наибольшее распространение на действующих шахтах получили локомотивные. По схемам движения грузопотоков различают окоlostвольные дворы круговые, петлевые, челноковые и тупиковые. В РФ преимущественно применяют круговые и петлевые (рис. 7) окоlostвольные дворы, характеризующиеся более простыми (по сравнению с челноковыми и тупиковыми) манёврами, большей компактностью и более простой привязкой к конкретным горно-геологическим условиям.



1 - основной (скиповый) ствол; 2 - вспомогательный (клетевой) ствол; 3 и 4 - соответственно угольная и породная разгрузочные ямы; 5 – главная откаточная выработка; 6 и 7 - перемещение соответственно порожних и гружёных вагонеток

Рис. 7. Круговой (а) и петлевой (б) окоlostвольные дворы

Технологические схемы окоlostвольных дворов с конвейерной доставкой отличаются простотой. В них отсутствуют манёвры с гружёными и порожними составами вагонеток, уголь более равномерно непрерывным потоком поступают в окоlostвольный двор, сокращаются численность обслуживающего персонала и общий объём окоlostвольных выработок.

От нормального функционирования окоlostвольного двора зависит в целом работа шахты, поэтому окоlostвольные дворы должны по возможности закладываться в устойчивых породах. Для охраны окоlostвольного двора оставляют целики угля с размерами, исключая отрицательное влияние горных работ на его состояние. Для защиты выработок и камер окоlostвольного двора от разрушения их крепят долговременными видами крепи - монолитным бетоном и железобетоном.

Наклонные стволы угольных шахт проходят обычно по пласту или в породах лежащего бока.

Схемы вскрытия шахтных полей

Основными общими требованиями при выборе системы вскрытия являются: минимальные объёмы вскрывающих горных выработок и сроки строительства шахты; минимальные первоначальные капитальные затраты; однотипность транспорта по горным

выработкам; обеспечение каждого эксплуатационного горизонта достаточно большими запасами угля для увеличения промежутков времени между углубками стволов; обеспечение надёжного и эффективного проветривания шахты. При этом схема вскрытия не должна быть сдерживающим фактором при повышении концентрации горных работ и повышении нагрузок на очистные забои, горизонты и пласты.

В известных классификациях схемы вскрытия различают по: - по углу падения вскрываемых пластов; - типу основных вскрывающих выработок; - по сочетанию основных и вспомогательных вскрывающих выработок; - по степени нарушенности вскрываемых шахтных полей; - по числу обрабатываемых горизонтов (одногогоризонтные и многогори-зонтные).

Вскрытие пологих пластов наклонными стволами. При вскрытии пласта наклонными стволами с поверхности до места расположения околоствольного двора проходят, как правило, три ствола: главный и два вспомогательных, с расстоянием между стволами 25÷30 м.

Главный ствол служит для подъёма угля, один вспомогательный (грузовой) предназначен для спуска (подъёма) грузов, второй (людской) - для спуска и подъёма людей. Людской ствол оборудован механическим подъёмом и лестницами или сходнями с перилами.

Наклонные стволы по типу применяющихся в них транспортных устройств подразделяются на два вида: с канатным подъёмом; с конвейерной доставкой. Ствол с канатным подъёмом может иметь угол наклона в пределах 10÷60°, с конвейерным 16÷18°.

При углах падения, больших 18°, применяется рельсовый транспорт с использованием в качестве подъёмных сосудов вагонеток или скипов.

В последнее время делаются попытки увеличить угол наклона конвейерных стволов за счёт применения специальных типов ленточных конвейеров, способных работать без потери производительности при углах наклона стволов более 18°.

Наклонные стволы проводятся обычно по пласту полезного ископаемого или параллельно последнему в породах лежачего бока. При углах падения пластов, превышающих 18°, в некоторых случаях наклонные стволы проходят по вмещающим породам под углом к горизонтальной плоскости, обеспечивающим возможность использования в стволе ленточных конвейеров. Наклонные стволы, могут проводиться под углом к пласту в породах лежачего или висячего бока. Известны схемы вскрытия пологих пластов наклонными стволами в следующих вариантах:

- наклонными стволами и капитальными квершлагами;
- наклонными стволами и этажными квершлагами;
- наклонными стволами и ярусными (этажными) гезенками (скатами);
- наклонными стволами, пройденными вкрест простирания вмещающих пород;
- наклонными стволами, пройденными по пласту угля;
- наклонными стволами, пройденными по породам почвы, параллельно напластованию пород.

Наиболее часто применяется вскрытие наклонными стволами 1 и этажными квершлагами 2 (рис. 8, а). После проведения стволов до первого горизонта проводят выработки околоствольного двора, а пласты свиты вскрывают откаточным и вентиляционным квершлагами.

При относительно малой глубине расположения верхней границы шахтного поля вместо вентиляционного квершлага выгоднее проходить вентиляционные шурфы 3. Вскрытие каждого следующего этажа (горизонта) осуществляется аналогично: стволы углубляются на один горизонт, проводятся вы-работки околоствольного двора и нового этажного откаточного квершлага (квершлагов) следующего горизонта. В качестве этажного вентиляционного квершлага следующего этажа используется этажный откаточный квершлаг предыдущего этажа.

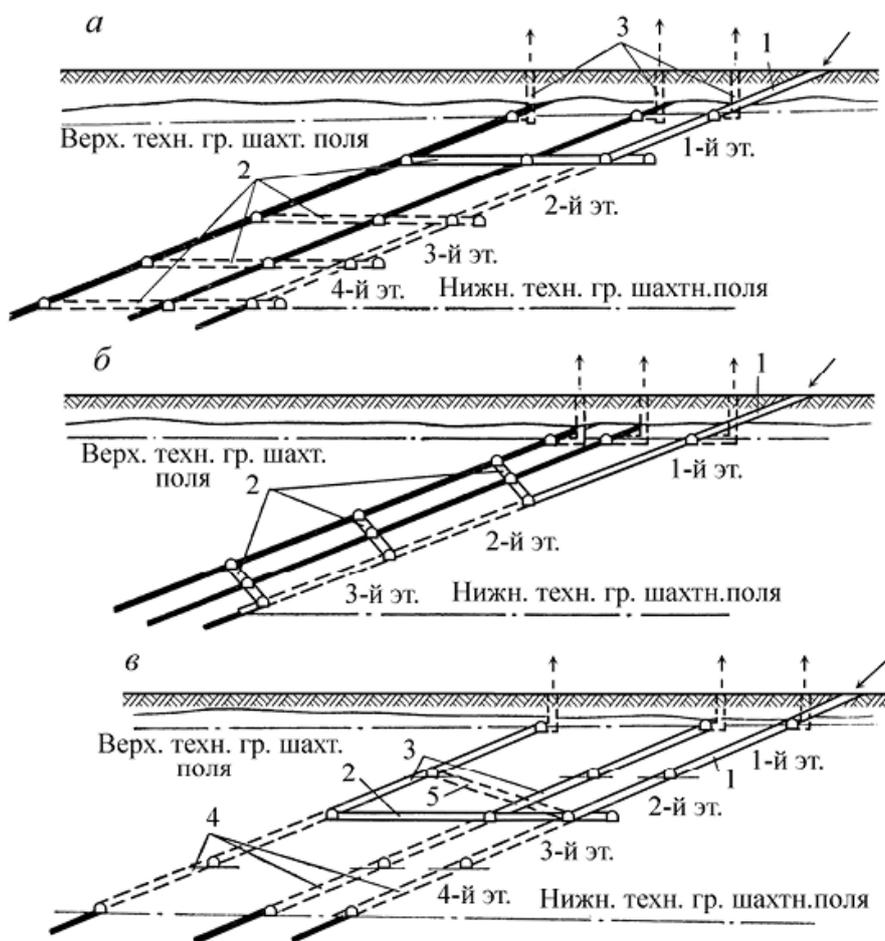


Рис. 8. Принципиальные схемы вскрытия пологих пластов наклонными стволами при этажном способе подготовки шахтного поля

Вскрытие наклонными стволами 1 и этажными скатами 2 (рис. 8, б) применяется при малых расстояниях между пластами. При этом способе целесообразно применять групповые штреки по нижнему пласту и промежуточные скаты. Транспортные штреки по верхним пластам поддерживаются только до ближайшего от забоя ската. Такой способ вскрытия может дать существенную экономию, несмотря на то, что транспорт становится ступенчатым.

Схема вскрытия наклонными стволами 1 и капитальными квершлагами 2 (рис. 4.19, в) может быть использована при панельном, этажном и погоризонтном способах подготовки шахтного поля. При этом шахтное поле делится на две части: верхнюю – бремсберговую и нижнюю – уклонную. Подготовка и отработка этажей верхней части поля осуществляются с помощью капитальных бремсбергов 3 с ходками, а нижней – капитальных уклонов 4 с ходками. Иногда вместо горизонтальных капитальных квершлагов целесообразнее провести наклонные квершлагы 5. Данную схему применяют обычно при больших расстояниях между пластами, когда альтернативная схема - вскрытие этажными квершлагами, оказывается менее экономичной.

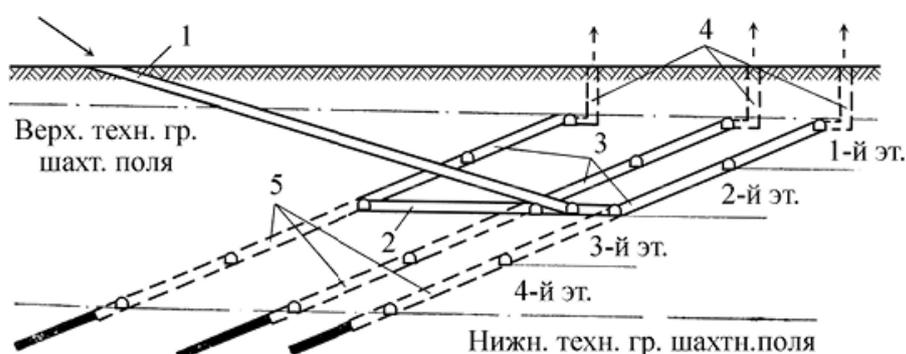
Выбор той или иной схемы вскрытия существенно зависит от суммарной мощности междупластий. Обычно при расстояниях между крайними пластами по нормали до 100÷120 м применяют схему вскрытия с этажными квершлагами, при расстояниях до 200÷250 м и более - с капитальными квершлагами.

Схема вскрытия наклонными стволами, пройденными под углом к линии простирания пластов (рис. 9), может быть использована при панельном, этажном и погоризонтном способах подготовки шахтного поля.

При использовании этой схемы наклонные стволы проходят вкрест простирания породных слоев до места заложения выработок околоствольного двора. При этом наклонные стволы можно располагать под различным углом к горизонтальной плоскости и выбирать наиболее удобные места расположения устьев этих стволов.

Общими достоинствами схем вскрытия шахтных полей наклонными стволами являются: простота схем транспорта и проветривания; относительно низкая стоимость проходки стволов; малые сроки ввода шахты в эксплуатацию, небольшие капиталовложения, простота поверхностного комплекса и околоствольных дворов; возможность полной конвейеризации главного транспорта от очистного забоя до поверхности.

К недостаткам схем вскрытия наклонными стволами относятся: большая длина стволов, а, следовательно, большая стоимость их поддержания в неустойчивых породах (наносах); относительно низкая производительность канатного подъема; значительные утечки воздуха через целики угля, оставляемые между главным и вспомогательными наклонными стволами; большие потери угля в целиках.



1 – наклонный ствол (стволы), 2 – капитальный квершлаг (квершлаг), 3 – капитальные бремсберги с ходками, 4 – вентиляционные шурфы, 5 – капитальные уклоны с ходками.

Рис. 9. Схема вскрытия пологих пластов наклонными стволами, пройденными вкрест простирания породных слоев, и капитальными квершлагами

Способы вскрытия наклонными стволами обычно являются экономически целесообразными при: - неглубоком (до $80 \div 100$ м) залегании угольных пластов с углами падения до $18^\circ \div 20^\circ$; - углах падения пластов до $18^\circ \div 20^\circ$ и полной конвейеризации главного транспорта; - углах падения пластов до 30° при ребристых лентах; - при мощности наносов до $30 \dots 50$ м; - при отсутствии крупных геологических нарушений, резких изменений углов падения, при отсутствии пlyingунов в зоне проходки стволов.

Вскрытие пластов вертикальными стволами и капитальными квершлагами.

Данная схема вскрытия (рис. 10, а) может быть использована при всех известных способах подготовки шахтного поля: этажном, панельном, горизонтном.

При её реализации вертикальные стволы 1 проходят до горизонта капитального квершлага (квершлаг) 2, которым вскрываются остальные пласты свиты. По каждому из пластов проходят капитальные бремсберги 3, 4, 5 с ходками. Отвод исходящей струи воздуха на поверхность производится через вентиляционный квершлаг 10 и шурф 6, общий для всех пластов свиты, или с помощью шурфов (показаны пунктиром), пройденных на каждый пласт.

Ко времени окончания отработки бремсберговой части шахтного поля первый этаж уклонной части шахтного поля должен быть подготовлен к очистной выемке. Для этого до нижней границы четвертого этажа (рис. 4.21, а) проходят капитальные уклоны 7, 8, 9 с

ходками. Данный способ вскрытия применяют обычно при суммарной мощности междупластий вскрываемой свиты до 250÷300 м и числе пластов 4÷7.

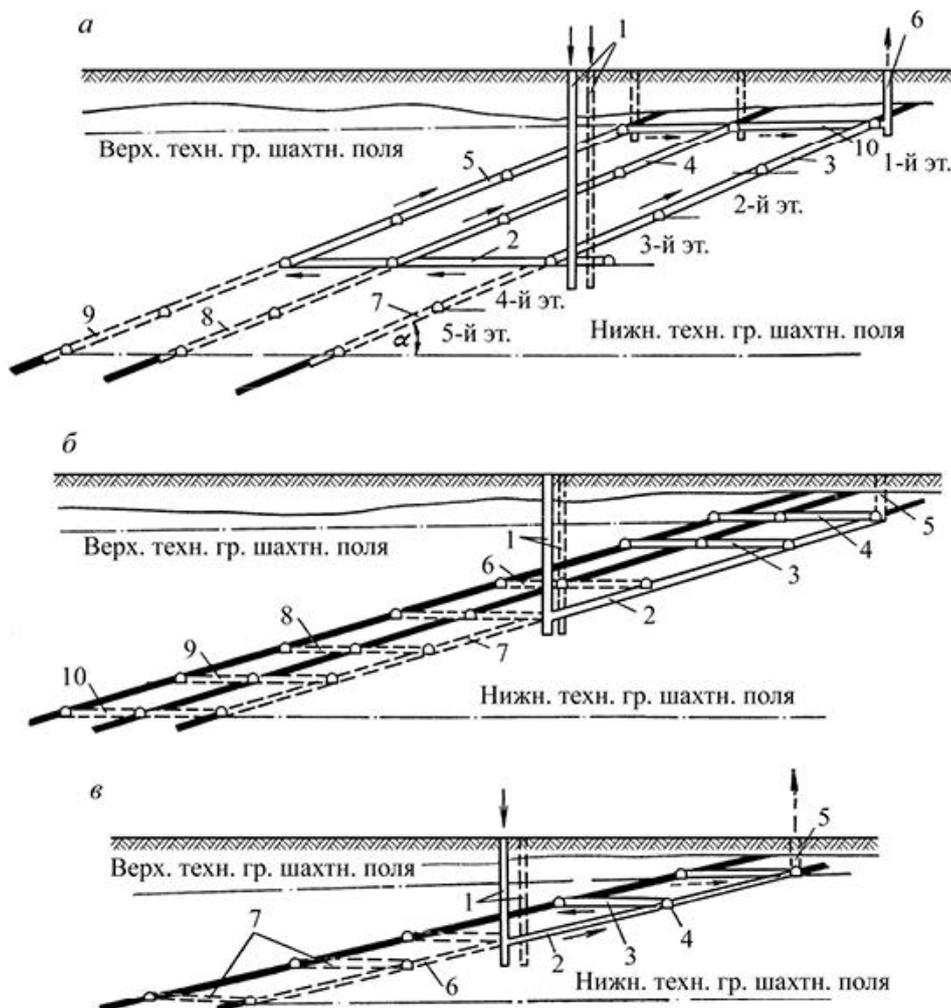


Рис.10. Схемы вскрытия пологих пластов вертикальными стволами и квершлагами при этажном способе подготовки шахтного поля

Вскрытие пластов вертикальными стволами и этажными квершлагами

При использовании этой схемы вскрытия (рис. 10, б) от главных вертикальных стволов 1 по нижнему пласту проходят капитальный бремсберг 2 или панельные бремсберги (с ходками), в зависимости от принятого способа подготовки шахтного поля. Этажи (ярусы) остальных пластов свиты вскрывают этажными (ярусными) квершлагами. Так первые этажи (ярусы) двух вышерасположенных пластов вскрывают откаточным 3 и вентиляционным 4 квершлагами.

Проветривание бремсбергового поля осуществляется через вентиляционный шурф (шурфы) 5. В период отработки первого этажа (яруса) вскрывается следующий этаж (ярус) квершлагом 6 и т.д. После отработки бремсбергового поля вскрывают уклонное поле на высоту одного этажа уклоном 7 с ходками и этажным (ярусным) квершлагом 8. Откаточный этажный (ярусный) квершлаг предыдущего этажа (яруса) служит вентиляционным для каждого следующего этажа (яруса).

Применение этой схемы вскрытия экономически выгодно, если суммарные затраты на проведение квершлагов 3, 6, 8, 9 и 10 (рис. 10, б) меньше затрат на проведение бремсбергов 4 и 5 (с ходками) и уклонов 8 и 9 (с ходками) при схеме вскрытия, представленной на рис. 10, а). С уменьшением расстояния между крайними пластами разрабатываемой свиты конкурентоспособность схемы вскрытия вертикальными стволами с этажными (ярусными) квершлагами возрастает.

Вскрытие пластов вертикальными стволами и промежуточными квершлагами Схему вскрытия вертикальными стволами и промежуточными квершлагами применяют при целесообразности групповой подготовке обрабатываемых пластов. Данная схема может быть эффективно использована при панельном или этажном способе подготовки шахтного поля.

Вертикальный разрез данной схемы вскрытия (рис. 10, в) имеет большое сходство с предыдущей схемой (рис. 10, б). Однако эти схемы имеют принципиальные отличия. Вертикальными стволами 1 вскрывают пласт, в котором предусмотрено проведение группового штрека. Затем по вскрытому пласту до его вентиляционного горизонта проходят капитальный или панельный бремсберг 2. От бремсберга проходят групповые этажные (ярусные) штреки 4, из которых вскрывают выемочные участки (столбы) остальные пластов участковыми квершлагами 3.

Проветривание бремсберговой части осуществляется через капитальный шурф 5 (или участковые шурфы). По мере отработки предыдущего этажа (яруса) аналогично вскрывается следующий этаж. Участковые откаточные квершлага вышерасположенного этажа (яруса) повторно используются в качестве вентиляционных выработок при отработке нижерасположенного этажа (яруса).

Рассмотренные схемы вскрытия вертикальными стволами с капитальными и этажными квершлагами (см. рис. 8 в, 9, 10) представляют собой типичные одногоризонтные способы вскрытия.

Вскрытие пологих пластов вертикальными стволами и гезенками. При использовании схем вскрытия с квершлагами (рис. 10) с уменьшением угла падения пластов существенно возрастают затраты на проходку квершлагов в связи с увеличением их длины. При разработке пластов с углами падения $8\div 9^\circ$ и менее способы вскрытия с применением квершлагов характеризуются значительными затратами, и практически не применяются.

При указанных углах падения пластов в качестве альтернативных схем обычно рассматривают схемы вскрытия с гезенками.

Способы вскрытия с гезенками различаются между собой типами гезенков, которые могут быть капитальными, этажными и участковыми.

Вскрытие пластов вертикальными стволами и капитальными гезенками. При данной схеме вскрытия (рис. 11, а) нижний пласт вскрывают центрально-сдвоенными вертикальными стволами 1. Околоствольный двор рас-полагают в породах почвы нижнего пласта. Верхний пласт вскрывают капитальным гезенком 2, который проходят на небольшом расстоянии от стволов 1.

Уголь, добытый при отработке верхнего пласта, поступает по капитальному гезенку 2 на главный откаточный горизонт, расположенный по нижнему пласту, затем транспортируется по главному стволу на поверхность. В зарубежной практике имелись случаи применения этой схемы вскрытия при расстоянии между пластами до 300 м.

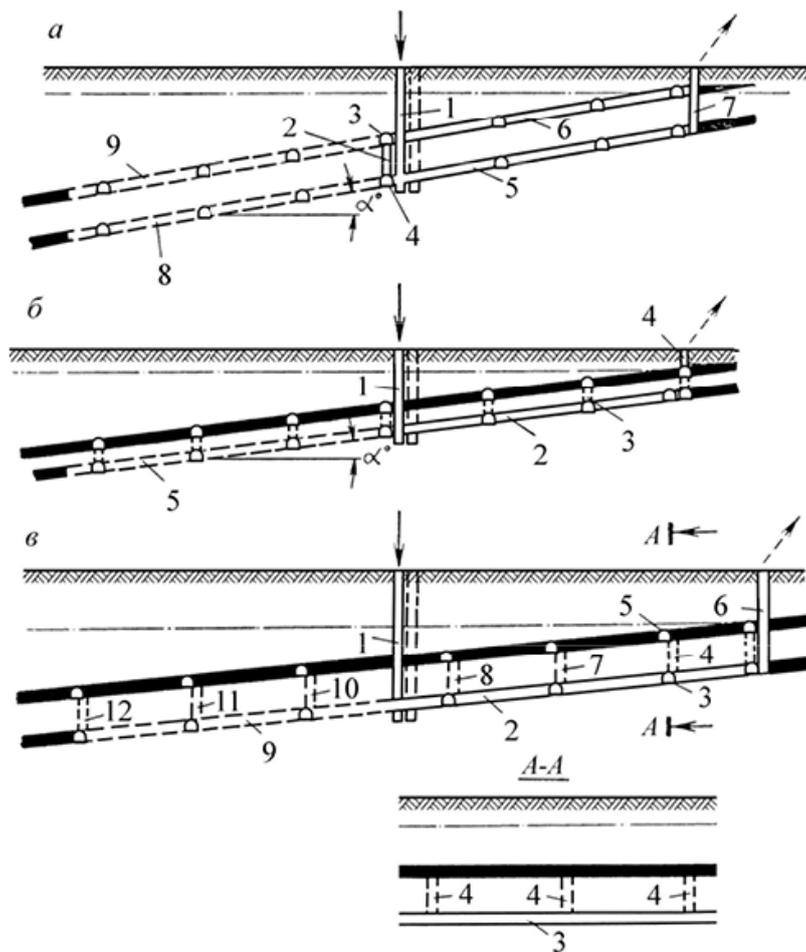


Рис. 11. Схемы вскрытия пологих пластов вертикальными стволами и гезенками

Вскрытие пластов вертикальными стволами и этажными (ярусными) гезенками

При данном способе (рис.11, б) вертикальные стволы 1 проходят в центре шахтного поля до нижнего пласта. Околоствольный двор располагают в породах почвы нижнего пласта. По нижнему пласту до его вентиляционного горизонта в зависимости от способа подготовки шахтного поля проходят капитальный или панельный бремсберг 2. Верхний пласт вскрывают этажными (ярусными) гезенки 3, которые проходят между откаточными штреками соответствующих этажей (ярусов). Уголь, добытый в пределах этажа (яруса) верхнего пласта, поступает по гезенку 3 в бремсберг нижнего пласта, по которому транспортируется до околоствольного двора.

С использованием такой схемы вскрываются горизонтальные и пологие пласты при расстоянии между ними до 30÷40 м.

Вскрытие пластов вертикальными стволами и промежуточными гезенками
 Применяется при разработке сближенных пологих пластов в случаях, когда целесообразной является групповая подготовка пластов (рис. 11, в).

Вертикальные главные стволы 1 проходят в центре шахтного поля до главного откаточного штрека, проведённого по нижнему пласту. От штрека проходят панельный (или капитальный), в зависимости от способа подготовки, бремсберг 2 до вентиляционного штрека верхнего этажа (яруса). На откаточном горизонте верхнего этажа (яруса) проводят групповой откаточный штрек 3. Из этого штрека через определенное расстояние проходят промежуточные гезенки 4 до откаточного штрека по верхнему пласту 5.

Применение способов вскрытия с гезенками всегда связано с дополнительной ступенью транспорта, а следовательно, и с дополнительными затратами на обслуживание верхних и нижних приёмных площадок.

Вскрытие пологих пластов с самостоятельными рабочими горизонтами на каждом пласте. При строительстве крупных шахт для отработки свит пологих пластов с углами падения до $6\div 8^\circ$ и больших мощностях междупластий в ряде случаев экономически целесообразными являются схемы вскрытия вертикальными стволами с самостоятельными рабочими горизонтами на каждом пласте (рис. 12).

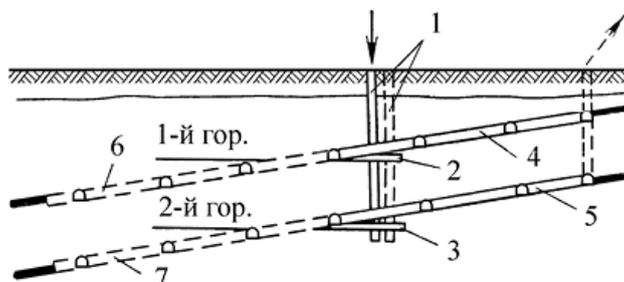


Рис. 12. Схема вскрытия пологих пластов вертикальными стволами с самостоятельными рабочими горизонтами на каждом пласте

То есть каждый пласт отрабатывают с использованием своего околоствольного двора. Уголь, добытый при отработке верхнего пласта, выдается на поверхность через околоствольный двор 2, уголь, добытый при отработке нижнего пласта - через околоствольный двор 3.

Подготовка пластов также индивидуальная. Так при панельном способе подготовки шахтного поля по каждому пласту проходят свои главные штреки, панельные бремсберги 4 и 5 с ходками, панельные уклоны 6 и 7 с ходками.

Данный способ применяется при вскрытии не более двух пластов. Это объясняется тем, что каждый пласт обслуживается собственным подъёмом, а размещение в одном стволе более двух подъёмов крайне неудобно и поэтому практически не применяется.

Вскрытие крутых пластов. Вскрытие свит крутых пластов производится всегда многогоризонтными способами: центрально-сдвоенными вертикальными стволами с поэтажной углубкой. Главный ствол служит для выдачи скипами на поверхность угля и для проветривания. Вспомогательный ствол оборудуется двумя клетевыми подъёмами: один из них является вспомогательным для рабочего горизонта, другой подъём необходим для подготовки следующего горизонта.

На крупных шахтах, особенно при большой газоносности пластов, целесообразно производить вскрытие тремя стволами, из которых третий ствол служит для проветривания и подготовки нового горизонта.

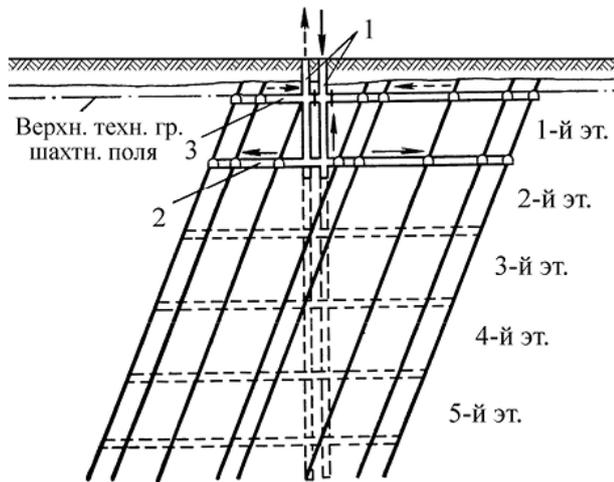


Рис. 13. Схема вскрытия пологих пластов вертикальными стволами с самостоятельными рабочими горизонтами на каждом пласте

Вскрытие крутых тонких и средней мощности пластов вертикальными стволами и этажными квершлагами При использовании рассматриваемой схемы вскрытия (рис. 13) главный и вспомогательный стволы 1 проходят примерно в центре шахтного поля до отметки откаточного штрека первого этажа. Затем проходят выработки первого околоствольного двора и этажный откаточный квершлаг 2, которым вскрываются все пласты. Исходящая струя при отработке первого этажа поступает на этажный вентиляционный квершлаг 3 и далее выдается на поверхность через вентиляционный ствол или через вентиляционные шурфы.

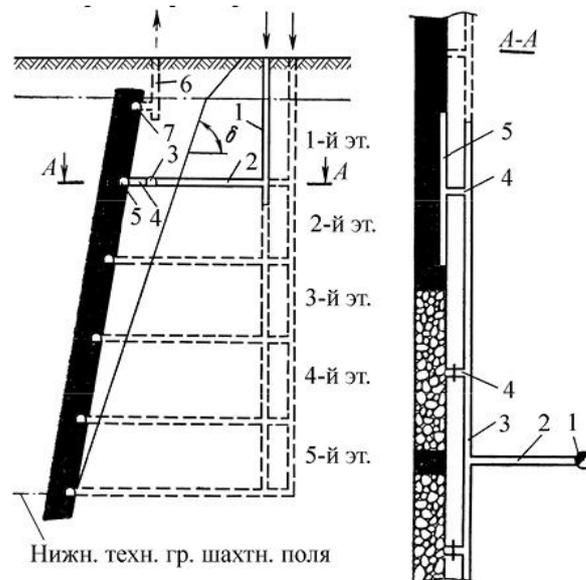
По мере отработки первого этажа производится углубка стволов до откаточного горизонта второго этажа, проходятся выработки второго околоствольного двора и этажный откаточный квершлаг второго этажа. К моменту завершения очистных работ в первом этаже должен быть подготовлен фронт очистных работ во втором этаже. При отработке каждого последующего этажа откаточный квершлаг предыдущего этажа используется в качестве вентиляционного квершлага.

Вскрытие мощных крутых пластов Вскрытие мощного крутого пласта производят обычно вертикальными центрально-сдвоенными стволами и этажными квершлагами. Стволы углубляются по мере отработки этажей.

При вскрытии мощных крутых пластов принципиальное значение приобретает вопрос о месте расположения стволов. Расположение стволов в центре шахтного поля приводит к существенным потерям угля в целиках, оставляемых для охраны ствола и промплощадки на поверхности. Схема с расположением стволов висячем боку характеризуется большой длиной квершлагов, которые необходимо пройти до пуска шахты в эксплуатацию, а, следовательно, большими сроками строительства шахты и первоначальными капитальными затратами.

Наиболее целесообразно при вскрытии мощных крутых пластов располагать стволы в породах лежачего бока (рис. 14). Чтобы избежать потерь угля в охранных целиках стволы проходят за пределами зоны сдвига пород δ .

При использовании рассматриваемой схемы длина квершлагов первого этажа является минимальной, что позволяет уменьшить первоначальные капитальные затраты и сократить срок строительства шахты.



1 – ствол, 2 – этажный квершлаг, 3 – полевой откаточный штрек, 4 – участковые квершлаг, 5 – пластовые откаточные штреки, 6 – вентиляционные шурфы, 7 – пластовый вентиляционный штрек

Рис. 14. Схема вскрытия мощного крутого пласта

Мощные угольные пласты обычно представлены углями, склонными к самовозгоранию. Поэтому целесообразно применять полевую подготовку этажей, а отработку пласта вести отдельными изолированными участками, как показано на разрезе А-А рис. 14.

Место расположения этажного полевого штрека 4 зависит от свойств вмещающих пород. Обычно его проходят на расстоянии $6 \div 8$ м от пласта и более.

Выемочные участки вскрываются участковыми квершлагами 4 из полевого штрека. Длина выемочного участка по простиранию принимается с таким расчётом, чтобы он был полностью отработан за время, меньшее периода самовозгорания угля. Средний период самовозгорания углей составляет $5 \div 6$ месяцев. В соответствии с этим длина односторонних выемочных участков принимается 200 м, двусторонних 400 м. Ширину целиков по простиранию, оставляемых между выемочными участками, принимают $7 \div 10$ м.

Откаточный этажный квершлаг и полевой этажный откаточный штрек каждого предыдущего этажа используются в качестве вентиляционных при отработке нижерасположенного этажа.

Общими основными достоинствами схем вскрытия крутых пластов вертикальными стволами и этажными квершлагами являются: простота транспортных и вентиляционных схем, периодическое обновление горизонтов. Всё это создает необходимые предпосылки для надёжной и устойчивой работы всей шахты.

Однако схемы с квершлагами имеют и весьма существенные недостатки.

Основным из них является необходимость периодических углубок стволов.

Это требует значительных капиталовложений и усложняет организацию работы шахты. Помимо этого, при вскрытии с этажными квершлагами нередко наблюдается разрушение междуэтажных целиков, оставляемых под вентиляционными штреками. Возникают также трудности при переходе работ на следующий горизонт, когда в течение некоторого времени ведутся работы на двух горизонтах.

Комбинированные схемы вскрытия свит пластов. Необходимость применения комбинированных схем вскрытия шахтных полей, включающих различные типы основных и вспомогательных вскрывающих выработок, обычно связана со сложными горно-геологическими условиями залегания пластов, обусловленных наличием дизъюнктивных и пликативных нарушений; большими размерами шахтного поля по

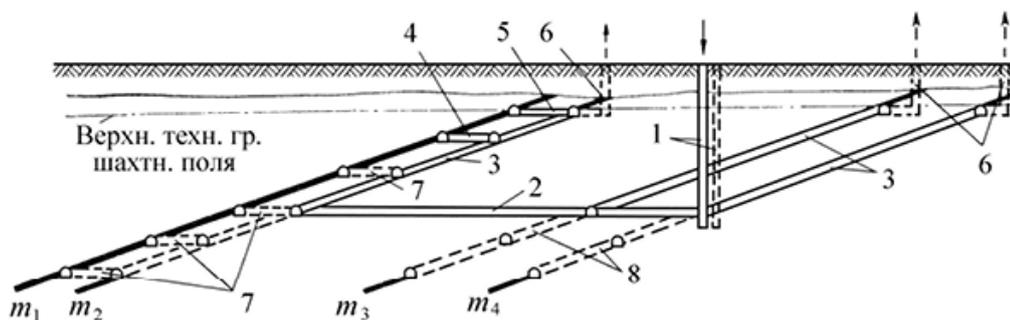
падению пласта; с отработкой свит пластов, характеризующихся значительным диапазоном изменения мощности междупластий.

Эту схему целесообразно применять при отработке свит пластов, включающих сближенные пласты (m_1 и m_2) Пласты m_2 , m_3 и m_4 вскрываются вертикальными стволами 1 и капитальными квершлагами 2. При панельном способе подготовки по каждому из этих пластов проходят панельные бремсберги с ходками, а после отработки бремсберговой части поля – панельные уклоны.

Схема вскрытия пластов вертикальными стволами, капитальными и ярусными квершлагами. Данная схема вскрытия (рис. 15) является типичным примером комбинированной схемы вскрытия.

Ярусы пласта m_1 вскрывают ярусными квершлагами 4, 5 и 7. Это экономически целесообразно при небольшом расстоянии между пластами m_1 и m_2 .

Отработанная струя воздуха из панелей отводится на поверхность через шурфы 6.



1 – главные стволы, 2 – капитальный квершлаг, 3 – панельные бремсберги, 4 – ярусный или участковый откаточный квершлаг, 5 – ярусный или участковый вентиляционный квершлаг, 6 – вентиляционные шурфы, 7 – ярусные или участковые квершлага, 8 – панельные уклоны

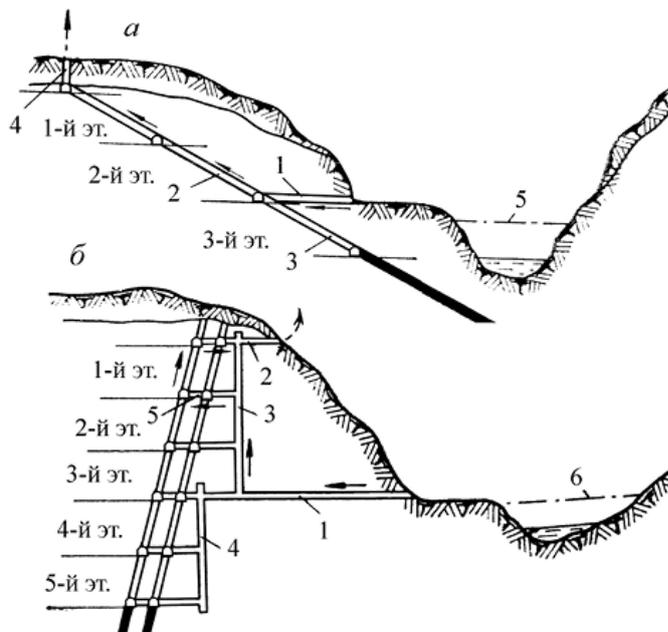
Рис. 15. Вскрытие свиты пологих пластов вертикальными стволами, капитальными и ярусными квершлагами

Вскрытие пластов при гористом или сильно пересеченном рельефе местности.

При гористом или сильно пересечённом рельефе местности к числу экономичных и простых схем вскрытия пластов относят вскрытие штольнями (рис. 16). В зависимости от взаимного расположения пласта и склона поверхности штольни проходят вкрест простирания, под углом к линии простирания или по простиранию пласта. При любых углах падения и соответствующих условиях взаимного расположения линии простирания пласта и поверхности склона штольню можно проходить непосредственно по пласту. В этом случае она одновременно выполняет и функции откаточного штрека штольневом горизонте.

При крутом залегании пласта (рис. 16, б) верхнюю часть шахтного поля отработывают с помощью скатов или гезенков, а нижнюю - с помощью слепых стволов. В комбинированных схемах часть шахтного поля, расположенная выше штольневого горизонта, отработывается на штольню, а остальная его часть вскрывается и разрабатывается независимо с помощью вертикальных или наклонных стволов, пройденных с поверхности.

При вскрытии штольнями одним из важнейших вопросов является выбор места заложения устьев штолен. Штольни целесообразно проходить на таких высотных отметках, чтобы большая часть шахтного поля отработывалась без подъёма угля и механического водоотлива. Во избежание затопления шахт устья штолен должны располагаться выше максимального уровня паводковых вод за последние 50–40 лет, и выше уровня подъёма воды в периоды половодий. Склоны, расположенные выше устья штолен, не должны быть опасными по горным обвалам и снежным лавинам.



a – пологого пласта: 1 – штольня, 2 – бремсберг, 3 – уклон, 4 – вентиляционный шурф, 5 – горизонт максимального уровня реки; *б* – крутого пласта: 1 – откаточная штольня, 2 – вентиляционная штольня, 3 – капитальный гезенк, 4 – слепой ствол, 5 – квершлаг, 6 – максимальный уровень подъема воды

Рис. 16. Схемы вскрытия пластов штольней

Необходимо также под склонами оставлять охранные целики, так как подработка склонов может вызвать горные обвалы.

С точки зрения транспортирования угля выбор места заложения устьев штолен должен быть увязан с условиями не только подземного, но и поверх-ностного транспорта.

Устья главных штолен должны быть расположены в местах, где имеется удобная площадь для размещения шахтной промплощадки.

На практике, по совокупности всех перечисленных условий, приходится нередко идти на большие увеличения длины штольни против её минимально возможной длины.

Помимо главных штолен нередко применяются специальные штольни: водоотливные, вентиляционные и т. д.

Для обеспечения стока воды штольни следует проходить с подъёмом не менее 0,001.

Вскрытие шахтных полей на больших глубинах. При выборе схем вскрытия пластов на больших глубинах необходимо учитывать следующие факторы: - С увеличением глубины работы существенно меняются условия протекания физических процессов: изменяются физико-механические свойства углей и вмещающих пород; возрастают величины напряжений, повышается температура горных пород, увеличивается газоносность угольных пластов. В результате этого усложняются условия проветривания, ухудшаются условия поддержания выработок, повышается опасность внезапных выбросов и горных ударов. - Строительство глубоких шахт требует больших капиталовложений и длительных сроков ввода в эксплуатацию, что может окупаться только при больших размерах шахтных полей.

Шахтные поля, расположенные на большой глубине, целесообразно вскрывать вертикальными стволами и квершлагами. Однако при этом одnogоризонтные способы вскрытия малоэффективны, так как капитальные бремсберги и уклоны приходится проходить значительной длины (ступенчатый подъём), а их устойчивость значительно хуже, чем квершлагов. Этажные квершлагги при вскрытии пологих пластов также имеют большую длину.

Блоковая схема вскрытия шахтного поля Блок при подземной разработке угольных месторождений - часть шахтного поля, имеющая самостоятельную схему проветривания. Объединяет блоки общая схема главного транспорта. Деление на блоки применяют для улучшения проветривания и увеличения мощности шахт при высокой их газообильности (рис. 17, 18). Границами блоков по падению и восстанию являются соответственно нижняя и верхняя границы шахтного поля, по простиранию - границы соседних блоков или границы шахтного поля. При разработке свиты тонких и средней мощности крутых пластов блоком называют часть этажа между двумя откаточными квершлагами, проводимыми с группового пластового или полевого штрека.

Научно-исследовательскими и проектными институтами выполнены технико-экономические расчеты по определению области рационального применения и оптимальных параметров блоков. Установлено, что наибольшее влияние на оптимальную длину блока по простиранию оказывают метанообильность шахты и устойчивость боковых пород. С повышением метанообильности шахты и снижением устойчивости боковых пород оптимальная длина блока уменьшается и составляет $2,5 \div 3$ км при выемке пластов по простиранию и $4 \div 4,5$ км при выемке пластов по восстанию или падению. Оптимальное число блоков по простиранию составляет $4 \div 6$ при одном горизонте в шахтном поле и $3 \div 4$ - при двух горизонтах. Расчётами установлено, что в подавляющем большинстве условий центрально-сдвоенное расположение блоковых стволов выгоднее центрально-отнесенного. В пределах блока может быть реализован панельный, этажный или погоризонтный способы подготовки пласта (пластов). При панельном способе подготовки и метанообильности шахт свыше $10 \text{ м}^3/\text{т}$ в пределах блока размещают, как правило, одну панель, при метанообильности шахт менее $10 \text{ м}^3/\text{т}$ - число панелей определяют технико-экономическими расчетами. Оптимальный размер блока по простиранию при размещении в нём одной панели составляет $1,5 \div 3,5$ км, при размещении двух панелей - $4 \div 6$ км. При горизонтном способе подготовки размеры блоков по простиранию $2,5 \div 5$ км.

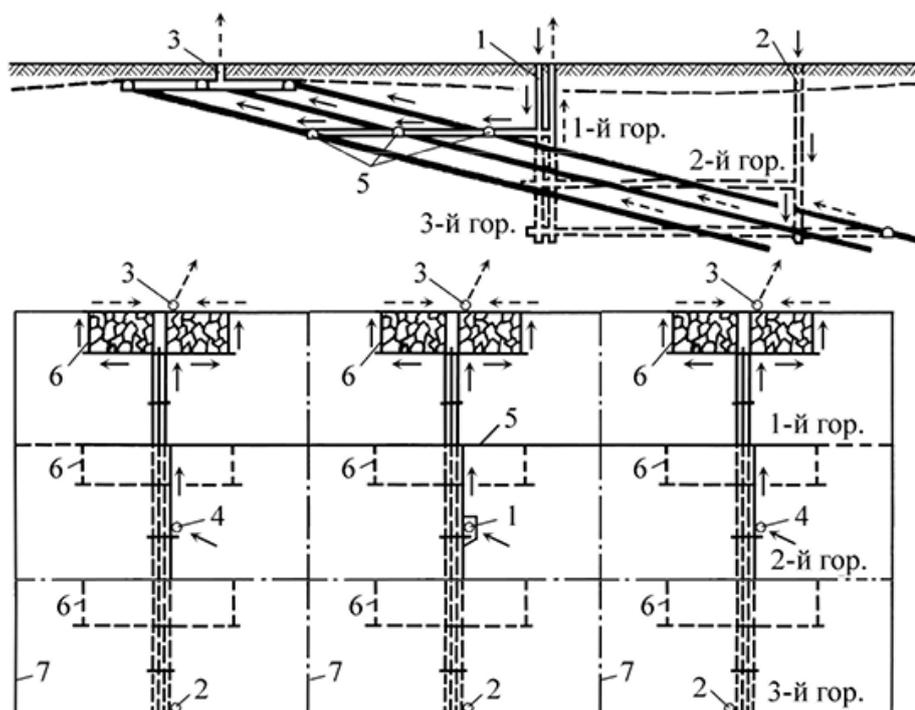
Проветривание блоков осуществляют двумя основными способами. В первом способе (рис. 4.20) каждый блок проветривается обособленно поступающей и исходящей струями воздуха, для чего проходят воздухоподающий и вентиляционный блоковые стволы. Магистральная выработка для проветривания блоков не используется. Во втором способе блоки проветриваются попарно общей поступающей и обособленными в каждом блоке исходящими струями воздуха. Воздухоподающие стволы располагают на границах смежных блоков, магистральная выработка служит для подачи свежей струи воздуха в блоковые квершлагаи.

На рис. 17. приведена схема, в которой шахтное поле разделено на три блока. Шахтное поле разрабатывают тремя горизонтами. В центре шахтного поля пройден главный ствол 1, а на крыльях по одному фланговому стволу 4, откаточные штреки 5 на каждом горизонте соединены со всеми стволами горизонтными квершлагами. Уголь выдается только через главный ствол 1.

При разработке 1-го горизонта стволы 4 служат для подачи свежего воздуха в забои блоков. Исходящая струя выходит через вентиляционные шурфы 3. Для разработки 2-го и 3-го горизонтов проходят еще три ствола (2) у нижней границы шахтного поля. По этим стволам на 2-й горизонт подается свежая струя, а через стволы, по которым ранее поступал свежий воздух в шахту, выводится исходящая струя. Для разработки 3-го горизонта все стволы углубляются. Таким образом, каждый блок проветривается как самостоятельное шахтное поле. Основное назначение вспомогательных стволов - проветривание шахты, но их используют также для спуска и подъема людей, материалов и др.

Разделение шахтных полей на блоки может быть произведено не только при строительстве новых, но и при реконструкции действующих шахт с объединением горными выработками (обычно транспортными) нескольких предприятий.

Эффективность разделения шахтного поля на блоки зависит в основном от числа разрабатываемых пластов, глубины разработки и метанообильности шахты. С увеличением числа разрабатываемых пластов в свите от двух до восьми эффективность схем с разделением на блоки по сравнению с обычными (без деления на блоки) при прочих равных условиях возрастает на 8÷10%. С увеличением глубины разработки от 200 до 800 м эффективность этого способа при метанообильности шахты 20÷30 м³/т увеличивается на 2-3%, а при незначительной метанообильности (до 5÷7 м³/т) остается примерно на прежнем уровне. При глубине разработки более 800 м она существенно возрастает. С проведением мероприятий по дегазации пластов область применения схем с разделением шахтного поля на блоки сужается.



1 - главный ствол; 2 - воздухоподающие стволы при отработке 2-го и 3-го горизонтов; 3 - шурф (вентиляционный ствол); 4 - воздухоподающие стволы при отработке 1-го горизонта; 5 - главный штрек; 6 - лава; 7 - граница блока.

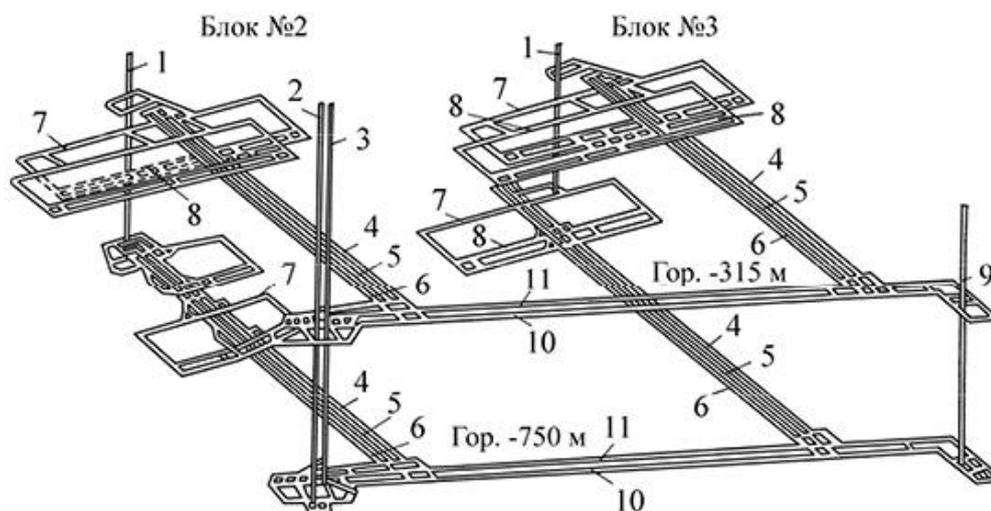
Рис. 17. Блоковая схема вскрытия шахтного поля

Деление шахтного поля на блоки позволяет по сравнению с обычными схемами: существенно повысить мощность шахты; снизить удельные капитальные затраты на 10÷20%, себестоимость на 10÷25%; увеличить производительность труда на 10÷40 %; повысить безопасность работ благодаря изолированному проветриванию выработок в блоке и наличию нескольких выходов на поверхность.

По фактическим данным, удельный объем проведения выработок на 1000 т добычи на шахтах с блоковыми схемами в 1,12÷1,15 раза, длина пути движения вентиляционной струи (в сопоставимых условиях) в 1,5 раза, а протяженность поддерживаемых выработок на 1000 т добычи в 1,2÷1,3 раза меньше, чем на шахтах с фланговым расположением вентиляционных стволов. Важным преимуществом этой схемы является меньший срок строительства шахты, так как работы по вскрытию могут вестись из нескольких точек шахтного поля (из блоковых стволов).

Опыт строительства шахт с блоковыми схемами показал, что на сооружение главных стволов требуется 3÷5,5 года, вспомогательных 2,5÷4 года, фланговых - 3÷3,5 (без учёта переоснащения и технологических перерывов)94

и околоствольных дворов – 3÷4 года. Расположение стволов существенно влияет на сроки сооружения шахт блокового типа. При двух или трёх центрально-сдвоенных стволах на основной промплощадке проведение горизонтальных выработок возможно только после проходки и переоборудования главных стволов. Центрально-сдвоенное расположение стволов и отнесенное расположение вентиляционных стволов позволяют существенно сократить протяженность критического пути сетевого графика строительства шахты, однако при этом необходима сбойка отнесённого ствола с главными стволами.



1 - блокочные вентиляционные стволы; 2 - главный ствол; 3 - вспомогательный ствол; 4 - людские ходки; 5 - бремсберги; 6 - грузовые ходки; 7 - ярусные вентиляционные штреки; 8 - ярусные откаточные штреки; 9 - блокочный воздухоподающий ствол; 10 - северные магистральные полевые откаточные штреки; 11 - южные магистральные откаточные штреки.

Рис. 18. Схема вскрытия блоков № 2 и 3 на шахте «Суходольская-Восточная»:

Недостатки схем с делением шахтного поля на блоки: значительный объём капитальных работ, выполняемых в течение почти всего срока службы шахты для воспроизводства вскрытых запасов угля; трудности транс-портирования угля по длинной (до 15 км) магистральной выработке аккумуляторными электровозами, так как зарядки батарей не хватает на пробег электровоза в оба конца и необходима промежуточная зарядная станция; при возможности использования троллейного электровоза или мощной конвейерной системы этот недостаток устраняется; отчуждение больших (до 5 га) площадей земли на поверхности для строительства технологических комплексов блокочных стволов, эксплуатация которых требует дополнительных затрат.

Совершенствование блокочного способа вскрытия возможно за счёт сокращения объёма работ по проходке блокочных стволов путём применения скважин большого (свыше 2 м) диаметра, упрощения технологических комплексов на поверхности блокочных стволов (скважин), снижения капитальных затрат на работы по вскрытию и подготовке новых блоков и горизонтов.

Подготовка шахтных полей

Особенностью шахтной разработки месторождений является непрерывность перемещения основных рабочих мест (очистных выработок, лав), где ведётся добыча полезного ископаемого, и подготовки новых рабочих мест, которая обеспечивается путём проведения вскрывающих, подготовительных и нарезных выработок. Очистная выемка и воспроизводство очистного фронта шахты являются взаимосвязанным, единым процессом.

Необходимым условием обеспечения стабильности работы шахты в оптимальном режиме является планомерная отработка запасов. Такая отработка при дискретном строении шахтного поля, состоящего из выемочных участков, требует выделения (подготовки) крупных частей, объединяющих ряд выемочных участков в отдельные структуры, обслуживаемые соответствующей сетью горных выработок.

Под подготовкой шахтного поля обычно понимают разделение шахтного поля на крупные части (горизонты, блоки, этажи, панели) для их последующей разработки путём проведения комплекса подготовительных выработок.

Часть шахтного поля, ограниченную по падению и восстанию соответственно нижней и верхней границами шахтного поля, а по простиранию — с одной стороны боковой границей шахтного поля, с другой вертикальной плоскостью, проведенной вкрест простирания пласта и проходящей через главные вскрывающие выработки, называют крылом шахтного поля. Обычно противоположные (левое и правое) крылья шахтного поля одинаковы по размерам. Двукрылая разработка шахтного поля при прочих равных условиях позволяет более интенсивно обрабатывать запасы.

В зависимости от схем взаимного расположения основных подготовительных выработок различают этажную, панельную и горизонтную подготовку пласта.

Этажная подготовка пласта. При этажном способе подготовки пласта шахтное поле делят по падению на части – этажи. Границами этажей по простиранию пласта являются границы шахтного поля. Границами этажей по восстанию пласта могут быть верхняя техническая граница шахтного поля или нижняя граница вышерасположенного этажа, границами этажей по падению пласта – нижняя техническая граница шахтного поля или верхняя граница нижерасположенного этажа.

На схеме, представленной на рис.19, шахтное поле разделено на пять этажей: три этажа расположены в бремсберговой части шахтного поля, два – в уклонной.

Как правило, очистные работы ведутся одновременно не более чем в двух смежных этажах.

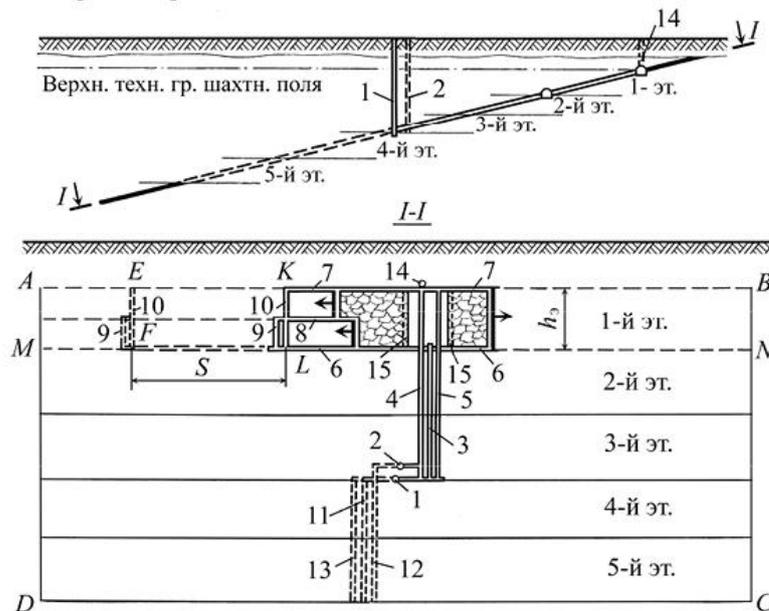
По простиранию этажи можно обрабатывать от главного ствола к границам шахтного поля, т.е. прямым порядком (ходом), или от границ к главному стволу, т.е. обратным порядком. Обычно 1-й этаж обрабатывается прямым порядком, а последующие – обратным. Это обеспечивает резкое сокращение срока ввода шахты в эксплуатацию по сравнению с обратным порядком.

По падению пласта возможны: восходящий, нисходящий и комбинированный порядок отработки этажей.

Выбор порядка отработки этажей зависит от размеров шахтного поля по простиранию пласта, горно-геологических условий отработки пластов, принятой системы разработки, последовательности отработки пластов в свите и других факторов.

Существенным достоинством прямого порядка отработки этажей является возможность нарезки очистной линии забоев в непосредственной близости от капитального бремсберга или уклона. Для этого не требуется предварительное проведение этажных откаточного и вентиляционного штреков на большую длину. Однако при прямом порядке отработки значительные затруднения в работе и большие дополнительные затраты возникают в связи с поддержанием этажных штреков.

В большинстве случаев при проектировании шахт принимают: последовательную отработку этажей в нисходящем порядке, как обеспечивающую исключение в зонах ведения горных работ опасных скоплений газа, поступающего из выработанных пространств и меньшие утечки воздуха; прямой порядок отработки первого этажа и обратный порядок отработки последующих этажей. Комбинация прямого и обратного порядков отработки этажей в шахтном поле позволяет: существенно уменьшить первоначальные капитальные затраты на строительство шахты и сроки её ввода в эксплуатацию; снизить суммарные (за всё время отработки шахтного поля) затраты на поддержание этажных штреков.



ABCD – шахтное поле, ABNM – первый этаж; FEKL – выемочное поле 1, 2 – главный и вспомогательный стволы, 3, 4 и 5 – капитальный бремсберг, людской ходок, грузовой ходок; 6 – этажный откаточный штрек; 7 – этажный вентиляционный штрек; 8 – подэтажный откаточный штрек; 9 – промежуточный (участковый) бремсберг; 10 – ходок; 11, 12 и 13 – капитальный уклон, людской и грузовой ходки; 14 – шурф; 15 – разрезные печи; S – размер выемочного поля по простиранию; h_3 – наклонная высота этажа.

Рис. 19. Принципиальная схема этажного способа подготовки шахтного поля

Различают схемы этажной подготовки без разделения этажа на подэтажи и с разделением этажа на подэтажи. Разделение на подэтажи производят при больших размерах шахтного поля (крыла шахтного поля) по простиранию пласта с целью повышения концентрации горных работ, а также снижения затрат на поддержание этажных штреков и строительство приёмно-отправительных площадок на сопряжениях этажных штреков с капитальными бремсбергами и ходками.

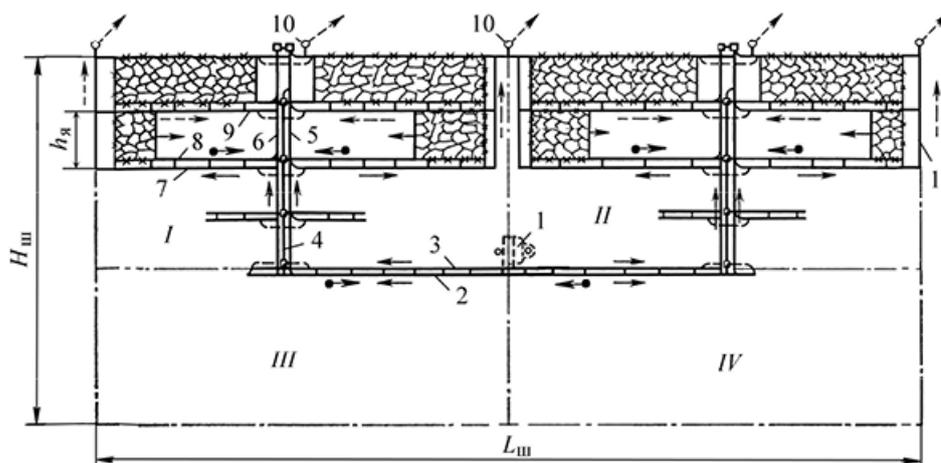
Панельная подготовка. При панельной подготовке пласт путём проведения основных подготовительных выработок (главных штреков, панельных бремсбергов или уклонов, ходков) делят на части – панели. Панель – часть шахтного поля (пласта), границей которой по восстанию пласта является верхняя техническая граница шахтного поля или главные штреки (откаточный или вентиляционный), по падению пласта – нижняя граница шахтного поля или главные штреки, а боковыми границами являются границы шахтного поля по простиранию пласта или границы с соседней панелью.

На схеме, представленной на рис. 3.3, пласт разделен на четыре панели: панели I и II расположены в бремсберговой части шахтного поля (бремсберговые панели); панели III и IV – в уклонной части части.

В пределах каждой панели проходят панельный бремсберг 4 (уклон) и ходки, которые обеспечивают транспортные и вентиляционные связи между очистными и участковыми подготовительными выработками панели и главными штреками. Панели, находящиеся в бремсберговой части шахтного поля, называют бремсберговыми, в уклонной – уклонными. Различают одно- и двукрылые панели: в однокрылых – панельный бремсберг (уклон) и ходки проходят на границе панели, в двукрылых – посередине панели.

В двукрылых панелях с обеих сторон панельного бремсберга (уклона) проходят по одному ходку: один из ходков (людской) предназначен для спуска (подъёма) людей, второй (грузовой) – для спуска (подъёма) различных грузов.

В пределах одного пласта в одновременной обработке могут находиться одна, две панели и более.



1 – околоствольный двор; 2, 3 – главные откаточный и вентиляционный штреки; 4 – панельный бремсберг; 5, 6 – грузовой и людской ходки панельного бремсберга; 7, 8, 9 – ярусные откаточный, конвейерный и вентиляционный штреки; 10 – панельный квершлаг (ствол, шурф); 11 – фланговый вентиляционный ходок; I – IV – номера панелей

Рис. 20. Схема панельной подготовки шахтного поля

К числу основных факторов, определяющих последовательность отработки панелей и ярусов, являются стадия отработки шахтного поля; принятая система разработки; физико-механические свойства боковых пород, определяющие устойчивость подготовительных выработок; метаноносность пласта и вмещающих пород; склонность угля к самовозгоранию; глубина горных работ. Панели могут обрабатываться как прямым порядком – от вскрывающих выработок к границам шахтного поля, так и обратным порядком. Обычно к отработке уклонных панелей приступают после отработки запасов бремсберговой части шахтного поля.

К основным достоинствам панельной подготовки относятся: возможность создания шахт с большой производственной мощностью; использование откаточных выработок одного горизонта для отработки значительных по объёму запасов, что уменьшает удельные капитальные затраты и сокращает число углубок стволов; бесперегрузочная перевозка материалов колесным транс-портом от склада до забоя и обратно; высокий уровень концентрации горных работ. Недостатки панельной подготовки: большая протяжённость проходимых и поддерживаемых в течение длительного времени основных наклонных подготовительных выработок (панельных бремсбергов, уклонов, ходков); сложность обеспечения надёжного проветривания бремсберговых и, особенно, уклонных панелей на газовых шахтах; большие затраты на обеспечение технологически удовлетворительного состояния панельных бремсбергов (уклонов) и значительные потери угля в целиках, оставляемых для их охраны.

Областью рационального использования панельной подготовки на российских угольных шахтах являются пласты с углами падения от 12 до 18° (в отдельных случаях до 25°); при углах падения меньше 12° – бремсберговые или уклонные части шахтных полей с небольшими размерами по падению (до 500-600м). При углах падения пластов менее 12° и больших размерах шахтного поля по падению пласта панельная подготовка менее экономически эффективна, чем горизонтная подготовка.

На пластах с углами падения более 18° для обеспечения конвейерной доставки угля по панельным бремсбергам (уклонам) а, следовательно, и расширения области рационального использования панельной подготовки, панельные бремсберги (уклоны), проводят диагонально к линии падения пласта с таким расчётом, чтобы угол наклона конвейеров не превышал 18°.

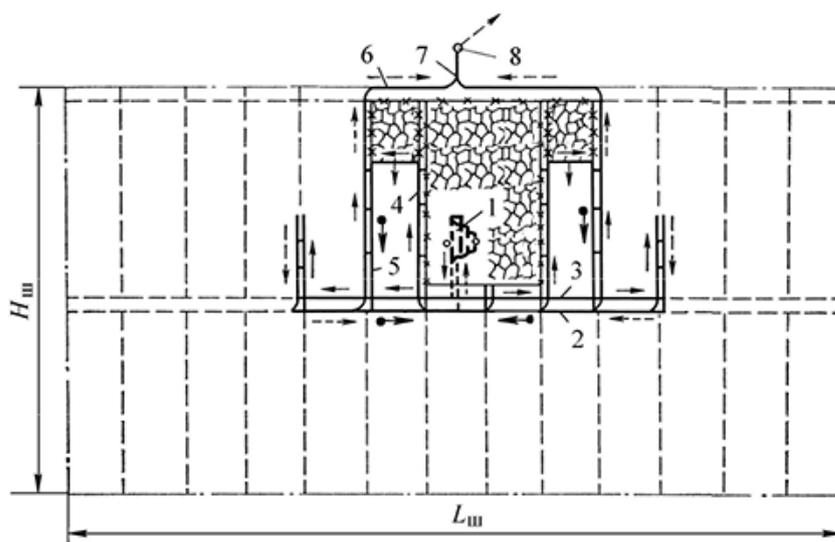
Панельная подготовка, как правило, применяется на крупных шахтах.

При полной конвейеризации главного транспорта и других благоприятных условиях панельная подготовка позволяет создавать предприятия с годовой добычей угля $6 \div 7,5$ млн. т. и более.

Погоризонтная подготовка. Принципиальная схема горизонтной подготовки пластов приведена на рисунке 21.

При горизонтной подготовке от околоствольного двора или вскрывающих пласт квершлагов проводят магистральный транспортный штрек 2, предназначенный для транспортирования угля, и магистральный вспомогательный (вентиляционный) штрек 3, по которому осуществляется доставка грузов и оборудования. Расположение магистральных штреков относительно пласта зависит в основном от горно-геологических условий залегания пласта.

Штреки периодически сбиваются между собой сбоечными печами. От магистральных штреков проводят участковые бремсберги 5 (уклоны) и вентиляционные ходки 4, которые оконтуривают выемочные столбы прямоугольной формы, большая сторона которых ориентирована параллельно линии падения пласта.



1 – околоствольный двор; 2, 3 – главные откаточный и вентиляционный штреки; 4, 5 – участковые вентиляционный ходок и бремсберг; 6, 7 – вентиляционные штрек и квершлаг; 8 – вентиляционный ствол (квершлаг)

Рис. 21. Схема горизонтной подготовки шахтного поля

Столбы полезного ископаемого обрабатывают длинными очистными забоями (лавами), которые перемещаются по падению или восстанию пласта. В отдельных случаях с целью расширения области применения горизонтной подготовки столбы располагают под небольшим углом к линии падения пласта с таким расчётом, чтобы углы наклона участковых выработок к горизонтальной плоскости не превышали $10 \div 120$.

До начала отработки уклонной части шахтного поля по нижней границе шахтного поля проводят дренажный штрек, предназначенный для водоотлива. Для соединения дренажного штрека с вспомогательным стволом проходят водотрубный ходок или (при углубке вспомогательного ствола) дренажный квершлаг.

По сравнению с панельной и этажной подготовкой шахтного поля при горизонтной подготовке: упрощаются схемы проветривания и транспорта угля; уменьшается общая протяжённость подготовительных выработок; обеспечивается постоянство длины лавы; уменьшается вероятность встречи нарушений, которые в большинстве случаев располагаются в направлении падения пластов или близко к нему; сокращаются притоки воды в призабойное пространство лав при отработке выемочных участков по восстанию; повышается концентрация работ за счёт применения спаренных лав; обеспечивается возможность конвейеризации транспортирования угля в пределах участка на пластах с

любой гипсометрией; исключается одна транспортная ступень в связи с ликвидацией панельных бремсбергов и уклонов; повышается устойчивость вентиляционных струй и уменьшаются утечки воздуха. Указанные преимущества наиболее полно проявляются при применении высокопроизводительных средств комплексной механизации в очистных забоях.

Практический опыт работы шахт в различных угольных бассейнах показывает, что при горизонтной подготовке по сравнению с панельной и этажной существенно снижаются капитальные затраты до пуска шахты в эксплуатацию (на 30 ÷ 40%), эксплуатационные расходы (на 20% и более) и трудоёмкость работ.

Производительность труда в лавах при отработке столбов по восстанию или падению практически равна достигнутой в лавах с направлением выемки по простиранию, и поэтому выбор того или иного способа подготовки шахтного поля определяется преимуществами общешахтных процессов, происходящих за пределами очистного забоя.

Очистные комплексы, предназначенные для работы по простиранию, эффективно эксплуатируются в лавах, перемещающихся по восстанию (падению) на пластах с углом падения $6 \div 10^\circ$. При больших углах падения пластов нарушается нормальная работа очистного оборудования, конвейера, комбайна, механизированной крепи, в результате чего снижается нагрузка на лаву.

Областью рационального использования горизонтной подготовки являются пласты с углами падения до 120 (в отдельных случаях до 25 ÷ 350) при размерах бремсберговой (уклонной) частей шахтного поля более 600 ÷ 700м.

Термин «подготовка» используют также в следующих случаях. При отработке шахтой свит угольных пластов различают индивидуальную и групповую подготовку пластов. При индивидуальной подготовке - каждый пласт свиты подготавливают системой выработок, независимо от других пластов.

При групповой подготовке проходят общие (групповые) для нескольких пластов подготовительные выработки.

Различают также пластовую и полевою подготовку пластов. При полевой подготовке подготовительные выработки проходят по вмещающим породам, при пластовой - по пласту угля с подрывкой или без подрывки вмещающих пород.

Основными условиями эффективной разработки вскрытого шахтного поля или его части являются: рациональное соотношение развития сети подготовительных и очистных выработок; размещение очистных выработок, исключающее их территориальную разбросанность и связанную с этим большую удельную протяжённость проходимых и поддерживаемых подготовительных выработок; обеспечение наилучших условий для надёжной работы подземного транспорта, проветривания и водоотлива, поддержания выработок и управления горным давлением. Выполнение этих условий в значительной степени зависит от правильности выбора технологических схем выемочных участков, пространственно-планировочной основой которых являются принятые системы разработки.

Системы разработки пластовых месторождений

Под системой разработки пластовых месторождений понимают определённый порядок (последовательность) ведения подготовительных и очистных работ в их взаимной увязке во времени и пространстве.

Необходимость создания классификаций связана с большим числом известных систем разработки и их вариантов. Наличие классификаций обеспечивает возможность выбора лучшего решения в результате сравнения 2-3 альтернативных систем разработки вместо анализа десятков различных вариантов, что существенно снижает продолжительность проектных работ. В зависимости от решаемых задач в качестве классификационных признаков используют длину очистного забоя, способ управления горным давлением, угол падения пласта, его мощность и др.

Принимая во внимание тенденции изменения технологических схем российских и зарубежных угольных шахт в нижеприведенной классификации систем разработки пластовых месторождений в качестве основных классификационных признаков приняты: тип очистной выработки (с длинным или коротким очистным забоем), наличие или отсутствие деления пласта на слои, полнота оконтуривания подготовительными выработками обрабатываемого участка и направление подвигания очистного забоя относительно линий падения и простирания пласта.

При выборе системы разработки необходимо в первую очередь исходить из понимания того, что главным звеном технологической схемы шахты является очистная выработка. Все остальные подсистемы шахты - вентиляция, транспорт, водоотлив, подготовительные работы и др. являются обслуживающими по отношению к очистному забою. Их функционирование, а также, проводимые на шахте мероприятия по управлению состоянием горного массива, прямо или косвенно связаны с обеспечением максимально возможной по техническим характеристикам выемочной машины (комбайна, струга и др.) среднесуточной добычи, а также со своевременной подготовкой необходимого очистного фронта шахты.

Различают длинные и короткие очистные забои. Очистные выработки с длинными очистными забоями называют лавами, с короткими очистными забоями – камерами. Принципиальное качественное отличие очистных выработок с длинными очистными забоями от очистных выработок с короткими очистными забоями заключается в способе управления горным давлением. В очистных выработках с длинными очистными забоями управление горным давлением (кровлей) осуществляют в основном с использованием искусственных сооружений – крепей, в очистных выработках с короткими очистными забоями – путем оставления временных или постоянных целиков полезного ископаемого.

На выбор системы разработки влияют многие факторы, которые можно разделить на две группы: горно-геологические, определяемые условиями залегания и физико-механическими свойствами угольных пластов и вмещающих пород; горнотехнические, определяемые техническими средствами производства горных работ. К числу горно-геологических факторов, оказывающих наиболее существенное влияние на выбор системы разработки, относятся: мощность и угол падения пласта; пространственное расположение и частота геологических нарушений; глубина ведения горных работ; свойства вмещающих пород (в первую очередь их предельные обнажения и склонность к пучению); газоносность, водоносность пласта и вмещающих пород, склонность угля к самовозгоранию; опасность пластов по внезапным выбросам угля, газа и горным ударам. К основным горнотехническим факторам относятся способы управления состоянием горного массива, а также средства механизации (агрегаты, комбайны, механизированные комплексы) подготовительных и очистных работ. По мере развития науки и совершенствования горной техники значение каждого из указанных факторов при выборе системы разработки может существенно изменяться. В современных условиях конкурентоспособность угольных шахт во многом зависит от уровня механизации очистных и подготовительных работ и от эффективности использования дорогостоящего оборудования. Обязательным требованием к системам разработки является обеспечение условий для наиболее полной реализации потенциальных возможностей современных высокопроизводительных очистных механизированных комплексов.

В последнее время широкое распространение получают комбинированные системы разработки, позволяющие снизить затраты на монтажно-демонтажные работы и повысить эффективность использования современных высокопроизводительных механизированных комплексов при отработке выемочных полей (участков) с ограниченными размерами.

Сравнение альтернативных вариантов системы разработки производят с учетом ряда факторов, основными из которых являются: безопасность горных работ, производительность труда, издержки производства, потери полезного ископаемого, влияние горных работ на окружающую среду.

Безопасные условия работ определяются исключением возможности динамических обрушений кровли и притоков воды, взрывов газа и пыли, горных ударов, внезапных выбросов угля и газа, пожаров и других опасных процессов и явлений. Гигиенические условия определяются допустимым содержанием пыли и влаги в вентиляционной струе, удобством работы, скоростью вентиляционной струи, температурой воздуха и т. п.

Экономическая эффективность системы разработки определяется уровнем производительности труда и себестоимости добычи угля при выполнении требований по качеству.

Наиболее высокие технико-экономические показатели достигаются при использовании систем разработки, позволяющих применять высокопроизводительные средства комплексной механизации и автоматизации очистных и подготовительных работ и форм организации производства, обеспечивающих технически и организационно максимально возможную среднесуточную добычу угля в очистной выработке.

Основной отличительный признак систем разработки длинными столбами - до начала очистных работ в пределах выемочного участка все подготовительные выработки, соединяющие лаву с системой общешахтных откаточных и вентиляционных выработок, пройдены на всю длину и обустроены всеми средствами транспортного и вентиляционного обслуживания очистного забоя. Очистные и подготовительные работы ведутся независимо друг от друга с самостоятельными средствами транспорта и с независимым проветриванием.

Под столбом (выемочным столбом) понимают часть шахтного поля, отработка которой ведется одной лавой. Т.е. длина столба равна расстоянию между разрезной и демонтажной печами (камерами), а его ширина равна длине лавы.

Системы разработки пластов длинными столбами Основной отличительный признак систем разработки длинными столба-ми - до начала очистных работ в пределах выемочного участка все подготовительные выработки, соединяющие лаву с системой общешахтных откаточных и вентиляционных выработок, пройдены на всю длину и обустроены всеми средствами транспортного и вентиляционного обслуживания очистного забоя. Очистные и подготовительные работы ведутся независимо друг от друга с самостоятельными средствами транспорта и с независимым проветриванием.

Под столбом (выемочным столбом) понимают часть шахтного поля, отработка которой ведется одной лавой. Т.е. длина столба равна расстоянию между разрезной и демонтажной печами (камерами), а его ширина равна длине лавы.

Системы разработки длинными столбами имеют области эффективного использования при всех известных способах подготовки шахтного поля: этажном, панельном и горизонтном.

Системы разработки длинными столбами при этажном способе подготовки шахтного поля. К числу основных вариантов системы разработки длинными столбами при этажном способе подготовки шахтного поля относятся: - длинными столбами по простиранию без деления этажа на подэтажи (вариант «лава-этаж»); - длинными столбами по простиранию с делением этажа на подэтажи и отработкой на передний, задний или двусторонний промежуточный бремсберг.

При использовании систем разработки длинными столбами в варианте «лава-этаж» по высоте этажа размещают одну лаву (рис.22). Подготовка этажа начинается с проведения этажного транспортного штрека 1 и просека (вспомогательного штрека) 2 от капитального бремсберга (уклона) до границы шахтного поля (выемочного поля). Одновременная проходка выработок 1 и 2, периодически сбиваемых печами 3, при условии своевременного возведения перемычек 4, обеспечивает проветривание этажного транспортного штрека на участке между капитальным бремсбергом (уклоном) и последней печью за счет общешахтной депрессии. Подготовка столба завершается проходкой разрезной печи 5, между этажным транспортным 1 и этажным вентиляционным штреками 6.

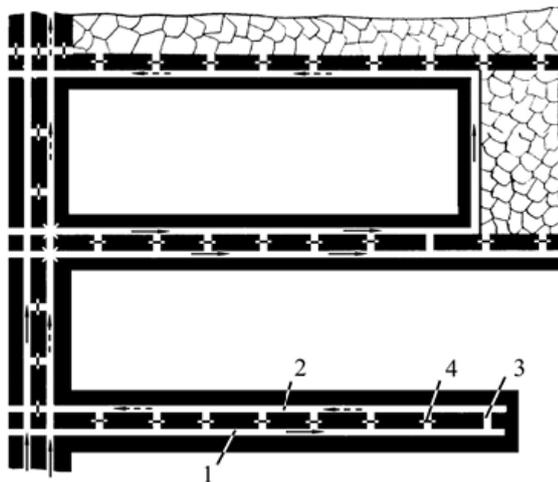


Рис. 22. Система разработки длинными столбами в варианте «лава-этаж»

При отработке второго и последующего этажей в бремсберговой (уклонной) частях шахтного поля в качестве этажных вентиляционных штреков 6 обычно используют повторно этажные транспортные штреки выше расположенных этажей.

По мере подвигания очистного забоя вентиляционный штрек погашается, при этом целики, оставленные для его охраны, могут частично или полностью извлекаться.

Свежая вентиляционная струя поступает в лаву по этажному транспортному штреку 1, печам 3 и просеку 2. Исходящая струя отводится по вентиляционному штреку 6. Уголь из лавы транспортируют по маршруту: лава → 2 → 3 → 1.

Выше описан один из возможных вариантов подготовки столбов при системе разработки в варианте лава-этаж. В зависимости от горно-геологических и горнотехнических условий ведения горных работ известны и другие способы проведения и поддержания этажных штреков. В частности, транспортный штрек могут проходить: без параллельной выработки; широким ходом; по породам почвы. Его могут погашать позади забоя лавы, что приводит к необходимости проходки этажных вентиляционных штреков для каждого этажа.

Основным достоинством системы разработки длинными столбами в варианте лава-этаж по сравнению с другими вариантами систем разработки длинными столбами является простота и надежность схем участкового транспорта и проветривания. Это тем более важно, чем выше степень механизации очистных работ.

Основными недостатком рассмотренной системы разработки являются: низкий уровень пространственной концентрации горных работ и связанные с этим ограниченные возможности увеличения объемов добычи с этажа.

Данная система разработки является экономически эффективной на шахтах небольшой производственной мощности, одновременно обрабатывающей несколько пластов при длине крыла шахтного поля, соизмеримом с оптимальной длиной выемочного столба.

Системы разработки длинными столбами с разделением этажа на подэтажи представлены на рисунке 23.

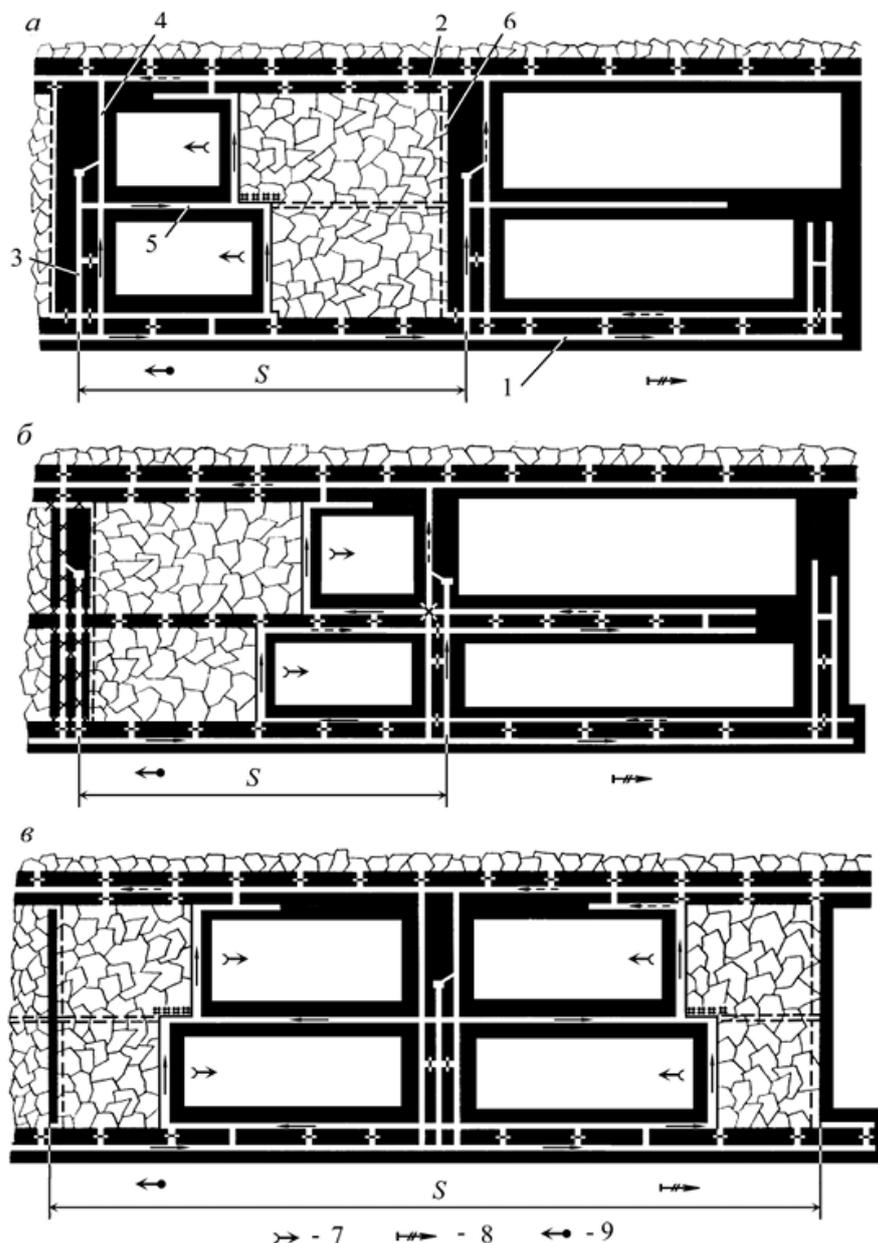


Рис. 23. Системы разработки длинными столбами с разделением этажа на два подэтажа при транспортировании угля на: задний (*а*), передний (*б*) и двусторонний промежуточный бремсберг (*в*)

При использовании данных вариантов этаж по простиранию пласта делят на выемочные поля, в пределах выемочных полей этаж делят на 2-3 подэтажа. Выемочные поля последовательно подготавливают и отрабатывают в направлении от капитального бремсберга (уклона) к границам шахтного поля, либо в обратном порядке. При этом общее направление отработки этажа может не совпадать с направлением подвигания лав.

Размер выемочного поля по падению пласта равен наклонной высоте этажа. Размер выемочного поля по простиранию S (рис. 23) оптимизируют, при этом под оптимальным размером обычно понимают такой размер, при котором обеспечивается минимум удельных затрат, связанных с подготовкой и отработкой одного выемочного поля. Оптимальные значения параметра S зависят от горно-геологических и горнотехнических условий отработки пласта и могут изменяться от нескольких сотен до нескольких тысяч метров.

Рис. 23, *а* иллюстрирует следующую ситуацию. Оработку этажа ведут прямым ходом; этаж делят на два подэтажа; в этаже отрабатывают не менее одного выемочного

поля, одно находится в стадии отработки, одно подготавливается; этажные штреки охраняют целиками угля; схема проветривания лав - последовательная.

Для подготовки очередного выемочного поля проходят транспортный этажный штрек 1 на длину S , равную размеру выемочного поля по простиранию пласта и промежуточный (участковый) бремсберг 3 с ходком 4. В качестве этажного вентиляционного штрека 2 используют штрек, выполнявший функции этажного транспортного штрека при отработке вышерасположенного этажа. Для подготовки столбов в пределах выемочного поля проходят подэтажный штрек 5, которым этаж делят на подэтажи и разрезные печи 6.

Очистные работы в выемочном поле ведут по направлению к промежуточному бремсбергу 3. Лавы включаются в работу последовательно, начиная с верхней. Расстояние между лавами принимают равным $10 \div 30$ м. При таком расположении лав минимизируются потери угля в целиках, оставляемых у выработок 3 и 4, и отрицательное взаимное влияние горных работ, выполняемых в лавках.

Уголь из лавы верхнего подэтажа транспортируют (рис. 5.11, *a*) по маршруту: лава \rightarrow подэтажный штрек 5 \rightarrow промежуточный бремсберг 3 \rightarrow этажный транспортный штрек 1.

Свежая струя для проветривания лав (рис. 22, *a*) поступает по этажному транспортному штреку 1, омывает лаву нижнего подэтажа, по подэтажному штреку 5 поступает в лаву верхнего подэтажа и далее следует по маршруту: просек, вентиляционная сбойка (печь), этажный вентиляционный штрек 2.

Для подсыхания струи воздуха, поступающего в лаву верхнего подэтажа, и струи воздуха, исходящей из выемочного поля, дополнительно подается воз-дух (подсышающие струи) соответственно по маршрутам: $1 \rightarrow 4 \rightarrow 5$ и $1 \rightarrow 4 \rightarrow 2$.

Подэтажный штрек за лавой нижнего подэтажа погашают.

Горные работы в этаже организуют следующим образом. Одновременно с отработкой одного выемочного поля ведут работы по подготовке следующего выемочного поля, при этом очередное выемочное поле должно быть подготовлено на два-три месяца раньше момента завершения очистных работ в опережающей лаве. Несоблюдение этого условия может приводить либо к сокращению фронта очистных работ, либо к увеличению затрат на поддержание подготовительных выработок.

Различают (рис. 22) следующие варианты системы разработки длинными столбами с разделением этажа на подэтажи: с транспортированием угля по подэтажным штрекам на задний (*a*), передний (*b*) и двусторонний промежуточный бремсберг (*в*).

Данные варианты можно относительно просто распознать на планах горных выработок по их характерным отличительным признакам. При использовании систем разработки с транспортированием угля по подэтажным штрекам на задний бремсберг общее направление отработки этажа не совпадает с направлением подвигания лав. В варианте с транспортированием угля на передний бремсберг общее направление отработки этажа совпадает с направлением подвигания лав. При системах разработки с транспортированием угля на двусторонний бремсберг направление подвигания лав, расположенных в одном крыле выемочного поля совпадает, а направление подвигания лав другого крыла выемочного поля не совпадает с общим направлением от-работки этажа.

Основным достоинством системы разработки с транспортированием угля на задний промежуточный бремсберг является возможность минимизации затрат на транспортирование грузов. Отсутствует так называемый «перепробег транспорта». Уголь по всем выработкам транспортируется в одном направлении – к стволу шахты. К недостаткам относят большие потери угля в целиках, оставляемых для охраны промежуточного бремсберга и ходка.

Достоинствами работы на передний промежуточный бремсберг являются: - Более благоприятные условия поддержания промежуточного бремсберга и ходка. В случае невозможности его дальнейшего использования из-за высокой интенсивности деформирования в зонах опорного давления, формирующихся впереди забоев лав,

транспортирование угля можно производить на промежуточный бремсберг подготавливаемого выемочного поля. В благоприятных горно-геологических условиях возможен переход лавами бремсберга и ходка без демонтажа оборудования и проходки разрезных печей. Меньшие потери угля в целиках, оставляемых у участковых бремсбергов и ходков, а также меньшее расстояние доставки очистного оборудования при выполнении демонтно-монтажных работ.

Существенным недостатком системы разработки с транспортированием угля на передний промежуточный бремсберг является значительные затраты на транспортирование угля, что связано с «перепробегом транспорта». Добытый уголь по поэтажным штрекам вначале транспортируют к промежуточному бремсбергу, т.е. от ствола. После поступления на этажный штрек, уголь проходит тот же путь в обратном направлении. Достоинствами системы разработки с транспортированием угля на двусторонний бремсберг является возможность увеличения в два раза числа одновременно обрабатываемых лав в этаже, а также снижение общих затрат на проходку и поддержание промежуточных бремсбергов и ходков. Реально данная система разработки может быть реализована на шахтах не выше второй категории по газу при низком уровне механизации очистных работ и небольших нагрузках на очистной забой. Область ее применения, как правило, ограничивается возможностями схем проветривания и транспорта.

Рассмотренные выше варианты системы разработки длинными столбами с разделением этажа на подэтажи применяют обычно в случаях, когда система разработки длинными столбами в варианте лава-этаж не может обеспечить заданной производственной мощности при ведении очистных работ в пределах одного этажа.

Системы разработки длинными столбами при панельном способе подготовки шахтного поля. К числу основных вариантов системы разработки длинными столбами при панельном способе подготовки шахтного поля относят: - без деления яруса на подъярусы (вариант «лава-ярус»); - с делением яруса на два подъяруса и обработкой пласта спаренными лавами; - с делением яруса на два подъяруса и обработкой пласта сдвоенными лавами.

Система разработки длинными столбами в варианте «лава-ярус». Наибольшее распространение на современных российских и зарубежных угольных шахтах получила система разработки длинными столбами в варианте «лава-ярус», при применении которой создаются условия для максимального использования потенциала современного высокопроизводительного очистного и проходческого оборудования.

При данной системе разработки по высоте яруса размещают одну лаву.

В зависимости от особенностей горно-геологических и горнотехнических условий подготовка и обработка выемочных столбов может осуществляться следующими способами (рис. 23): - проходкой для каждого яруса транспортного и вентиляционного ярусных штреков (*а*); - с повторным использованием транспортного штрека ранее обработанного яруса в качестве ярусного вентиляционного штрека подготавливаемого яруса (*б*); - проведением сдвоенных (парных) ярусных штреков с оставлением между ними целиков угля (*в*); - проведением сдвоенных (парных) ярусных штреков с возведением между ними бутовой полосы (*г*); - проведением ярусного вентиляционного штрека вприсечку к выработанному пространству (*д*); - при комбинированной схеме проведения ярусных штреков (*е*).

В способе, представленном на рис. 23,а для каждого яруса проходят транспортный и вентиляционный ярусные штреки. Между смежными выемочными столбами оставляют целик угля. Ширину этого целика принимают больше ширины зоны повышенного опорного давления, формирующейся у краевой части угольного массива, образованной при обработке вышерасположенного столба. Выполнение этого условия позволяет одновременно обрабатывать в каждом крыле панели по два столба, обеспечивая тем самым высокую нагрузку на панель и уменьшение общего числа одновременно обрабатываемых панелей на шахте. Указанное достоинство рассматриваемого способа

позволяет получить существенные экономические эффекты при разработке не склонных к горным ударам и внезапным выбросам угольных пластов мощностью до 1,8÷2,0 м. Ширина целика между смежными столбами в этих условиях составляет 20÷40 м.

Достоинствами способа подготовки выемочных столбов с повторным использованием ярусных штреков (рис. 23, б) являются снижение (практически в два раза) удельной протяженности выработок, проходимых при подготовке столба, и отсутствие эксплуатационных потерь угля в охранных целиках. Основными недостатками данного способа являются сложность проветривания ярусных штреков при их проходке; значительные затраты на поддержание ярусного транспортного штрека на его участке, расположенном за лавой, и сложность обеспечения технологически удовлетворительного состояния данного участка к моменту завершения отработки столба. Отсутствие решения последней из указанных задач приводит к снижению среднегодового числа одновременно работающих лав в пределах одной панели, следствием чего могут являться уменьшение производственной мощности шахты и увеличение затрат на поддержание панельных бремсбергов (уклонов) и ходков бремсбергов.

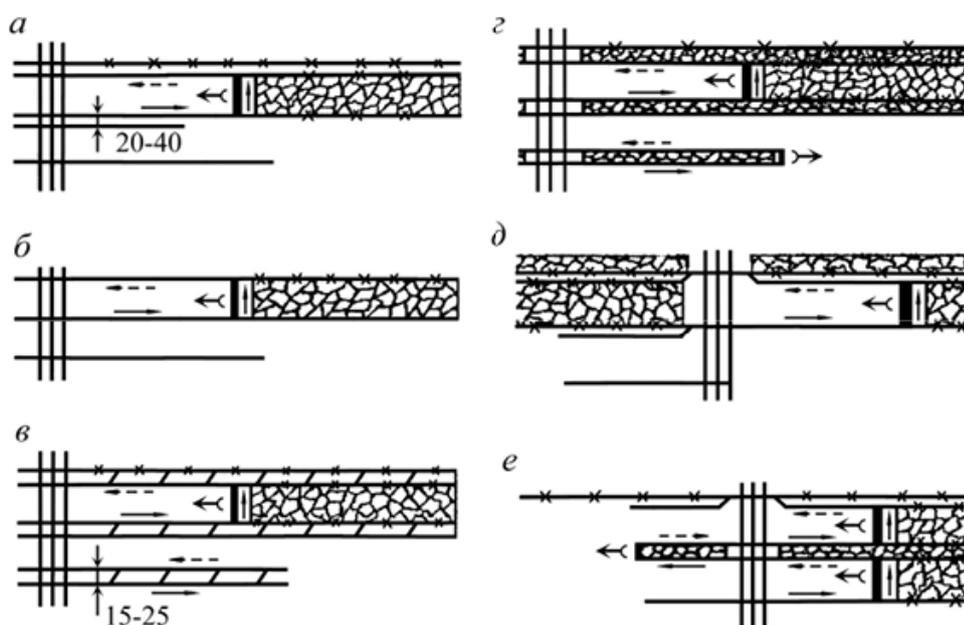


Рис. 23. Способы подготовки выемочных участков при использовании системы разработки пласта длинными столбами по простиранию в варианте лава-ярус без проведения фланговых выработок на границах панели

Для охраны ярусного транспортного штрека за лавой используют как целики угля, так и искусственные сооружения: оргannую крепь, костры, кусты, БЖБТ, литые полосы и их комбинации. Искусственные сооружения возводят, как правило, в выработанном пространстве вслед за лавой с минимально возможным отставанием от ее забоя.

Оргannую крепь из рудничных деревянных стоек диаметром 150÷200 мм применяют на пластах мощностью до 3,0 м. Число рядов оргannой крепи определяют с учетом структуры и физико-механических свойств пород непосредственной и основной кровли. Так, в условиях шахт Печорского бассейна на пластах мощностью до 1,5 м однорядную оргannую крепь применяют при легко управляемой кровле, 2-х рядную - при залегании в кровле среднеобрушающихся тонкослоистых глинистых и песчанистых сланцев; 3-х рядную - при труднообрушаемых кровлях и наличии в кровле достаточно мощных сло-ев песчанистых сланцев и песчаников.

Костры из шпального бруса применяют на пластах мощностью до 2,0÷2,5 м при легко-и среднеобрушающихся породах кровли.

Областью рационального применения тумб из железобетонных блоков являются пласты мощностью до 1,5÷1,7 м с легко- и среднеобрушающимися породами кровли и устойчивой почве.

Литые полосы из быстротвердеющих материалов эффективны при отработке пологих пластов мощностью до 2,5 м средне- и труднообрушающейся кровле и устойчивой почве.

Состояние повторно используемых штреков в значительной степени зависит от эффективности мероприятий по их поддержанию в зоне повышенного опорного давления (до 30÷40 м), формирующегося впереди забоя лавы, и в зоне интенсивных опусканий пород кровли за лавой (до 50÷70 м).

Для повышения устойчивости ярусных штреков в этих зонах используют крепи усиления в виде стоечной и штанговой крепи, специализированные передвижные и переносные крепи различных конструкций. При весьма неустойчивых вмещающих породах производят упрочнение их смолами.

Способ с проведением сдвоенных (парных) ярусных штреков с оставлением между ними целиков угля (23, в) имеет широкую область промышленного применения. При его реализации от панельного бремсберга (уклона) проходят два штрека с оставлением между ними целика шириной 20÷30 м.

Между штреками через определенное расстояние проходят печи (сбойки).

Штрек, расположенный со стороны восстания пласта, используют в качестве транспортного штрека при отработке вышерасположенного столба, второй штрек - в качестве вентиляционного при отработке нижерасположенного столба. В ряде случаев используют только один нижний штрек, расположенный со стороны падения пласта: вначале в качестве транспортного для верхней лавы, а затем в качестве вентиляционного для нижней лавы.

Применение данного способа обеспечивает эффективное проветривание забоев ярусных штреков при их проходке; возможность раздельного выполнения работ по транспорту угля и мероприятий по дегазации смежных участков скважинами; возможность использования анкерной крепи в качестве основной крепи ярусных штреков. Недостатки: значительные потери угля в целиках, достигающие 10÷12% и более; формирование под целиками зон повышенного горного давления, что осложняет отработку смежных пластов, особенно пластов, опасных по внезапным выбросам и горным ударам; разрушенные горным давлением краевые части целиков являются очагами само-возгорания угля в выработанном пространстве.

Способ подготовки, представленный на рисунке 23, г, отличается от предыдущего тем, что сдвоенные (парные) ярусные штреки проходят широким ходом, с общим забоем по углю. Ширину бутовой полосы определяют из условия размещения в выработанном пространстве между штреками всей породы, получаемой при их проходке.

Использование способа с проведением сдвоенных ярусных штреков и возведением между ними бутовой полосы позволяет обеспечить проветривание забоев штреков за счет общешахтной депрессии; оставить в шахте породу, полученную при проходке штреков; уменьшить потери угля. К числу задач, которые необходимо при этом решать, относятся: снижение утечек воздуха через бутовую полосу, опусканий пород кровли в штреках и трудоемкости возведения бутовой полосы.

Областью использования данного способа являются пологие пласты мощностью 0,9÷1,3 м с породами кровли не ниже средней устойчивости.

Схему подготовки столба с проведение ярусного вентиляционного штрека вприсечку к выработанному пространству (рис. 23, д) используют в условиях, когда обеспечение технологически удовлетворительного состояния участка ярусного транспортного штрека, расположенного за лавой, известными способами экономически нецелесообразно. Такие ситуации возникают обычно при разработке пластов на больших глубинах (более 600÷700 м) и при отработке пластов мощностью более 2,7÷3,0 м.

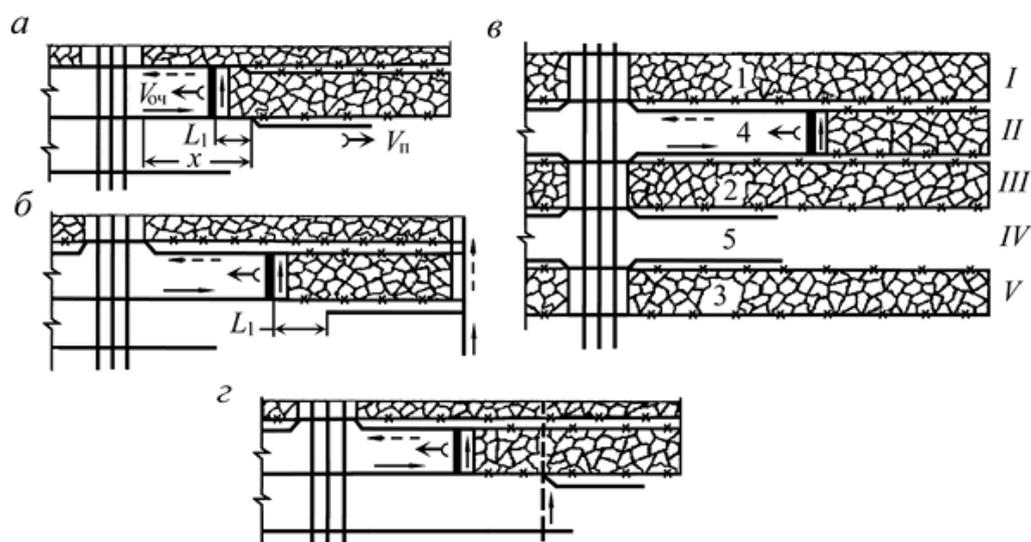
При использовании этой схемы между выработанным пространством ранее отработанного участка и *присечным* вентиляционным штреком оставляют целик угля шириной $1,5 \div 3$ м, основным назначением которого является предотвращение просыпаний пород из выработанного пространства в призабойное пространство штрека при его проходке.

Устойчивость присечных штреков обеспечивается, как правило, при выполнении следующих условий:

- штреки необходимо проходить после стабилизации процессов сдвигания пород кровли в выработанном пространстве, связанных с очистной выемкой;
- сумма ширины целика и ширины штрека не должна превышать ширины области пониженных напряжений, формирующейся в краевой части угольно-го пласта в результате его разрушения.

При использовании схемы, представленной на рис. 5.12, д, проходка присечного штрека в правом крыле панели может быть начата только после завершения отработки вышерасположенного столба. Обычно принимают следующую организацию работ в панели: в одном ее крыле обрабатывают столб, в другом ведут работы по подготовке очередного столба. При такой организации в двукрылой панели работает только одна лава, что может быть экономически оправдано только при очень высоких нагрузках на очистной забой.

Схемы проведения присечных выработок, позволяющие повысить среднегодовое число одновременно обрабатываемых лав в панели до 2, приведены на рис. 5.13. Перед оценкой экономической целесообразности использования этих схем в конкретных горно-геологических условиях необходимо производить проверку возможности их технического осуществления по фак-торам: транспортирование угля в панельных бремсбергах (уклонах) и соблюдение требований Правил безопасности к свежей и отработанной струям воздуха.



a - с сохранением участка транспортного штрека, прилегающего к панельному бремсбергу (уклону); *б* - с использованием фланговых выработок, пройденных на границе панели; *в* - с комбинированной отработкой ярусов (1, 2, 3, 4, 5 - последовательность отработки столбов, I -V - ярусы); *з* - с использованием вспомогательных полевых наклонных выработок, пройденных под серединой крыла панели

Рис. 23. Способы проходки ярусных штреков вприсечку к выработанному пространству

Комбинированный способ подготовки столбов (рис. 23, *е*) включает проведение ярусных штреков в массиве угля сдвоенными забоями и вприсечку к выработанному пространству. Создание данного варианта связано главным образом с поисками пространственно-планировочных решений, гарантированно обеспечивающих одновременную отработку двух лав в панели.

Способ характеризуется благоприятными условиями поддержания ярусных штреков. Это объясняется тем, что вентиляционный штрек верхней лавы проходит вприсечку к выработанному пространству, транспортный штрек нижней лавы в течение всего срока его службы поддерживается в нетронутом массиве, а отрицательное влияние опорного давления на состояние двух средних штреков минимизируется при условии качественного возведения бутовой полосы и работе лав с расположением их очистных забоев на одной линии.

В 1995-2014 гг. на российских угольных шахтах при отработке наиболее ликвидных пологих угольных пластов широкое распространение получил вариант системы разработки длинными столбами, представленный на рис. 23, *б*. Это связано, главным образом, со следующими его достоинствами: возможность применения анкерной крепи в качестве основной крепи ярусных штреков; уменьшение затрат на проходку и поддержание штреков; увеличение скорости проходки штреков.

Вместе с тем данный вариант характеризуется очевидными существенными недостатками: увеличение эксплуатационных потерь угля ценных марок на 10÷15% и более; формирование под (и над) целиками, оставленными в выработанном пространстве, опасных областей с высокой концентрацией напряжений; повышенная вероятность возникновения подземных пожаров, внезапных выбросов и горных ударов. Использование технологических схем, предусматривающих оставление целиков угля в выработанном пространстве, делает практически невозможным применение опережающей отработки «защитных» пластов в качестве регионального способа управления состоянием массива и горным давлением.

На рис. 23 приведен вариант системы разработки длинными столбами, который характеризуется всеми достоинствами варианта *б* (рис. 23), но не имеет его недостатков. Данный вариант включает подготовку столба сдвоенными подготовительными выработками с оставлением между ними целика угля определенной ширины. При отработке выемочного столба один из указанных сдвоенных штреков 1 (рис. 24) используют в качестве конвейерного штрека, который сохраняют для повторного использования в качестве вентиляционного штрека при отработке нижерасположенного столба. Штрек 2 используют при отработке только одного выемочного столба, за лавой данный штрек погашают.

В период ведения очистных работ целик шириной Z , расположенный со стороны выработанного пространства, рассматривается как часть выемочного столба, подлежащая полной отработке на одной линии с очистным забоем.

Проходка сдвоенных штреков 1 и 2 с оставлением между ними целика угля позволяет: надежно проветривать забои штреков за счет общешахтной депрессии; снизить отрицательное влияние на штреки динамического опорного

давления, возникающего впереди забоя лавы, и остаточного опорного давления, формирующегося у неподвижных краевых частей *АК* и *СД* (рис. 5.14.) угольного массива; использовать в штреках анкерную крепь в качестве основной крепи.

К числу задач, от эффективного решения которой зависит величина на-грузки на очистной забой при использовании рассматриваемой системы раз-работки в условиях газовых шахт, относится задача надежного проветривания концевой участка лавы *ВС*, прилегающего к выработанному пространству. В варианте, представленном на рисунке 5.14, для решения этой задачи на почве штрека 2 до его погашения монтируют воздуховод 4 из перфорированных труб (металлических, стеклопластиковых и др.), по которым отводится отработанная струя из концевой участка лавы *ВС*. Роль воздуховода могут выполнять вентиляционные ходки, создаваемые, например, путём открепления за лавой

по линии AK части сечения штрека 2 или ходки, проходимые вприсечку к выработанному пространству по линии CD впереди забоя лавы.

В качестве средств регулирования объемов воздуха, подаваемого на участок лавы BC , могут быть использованы газоотсасывающие вентиляторы и вентиляционные двери с окнами изменяемого сечения.

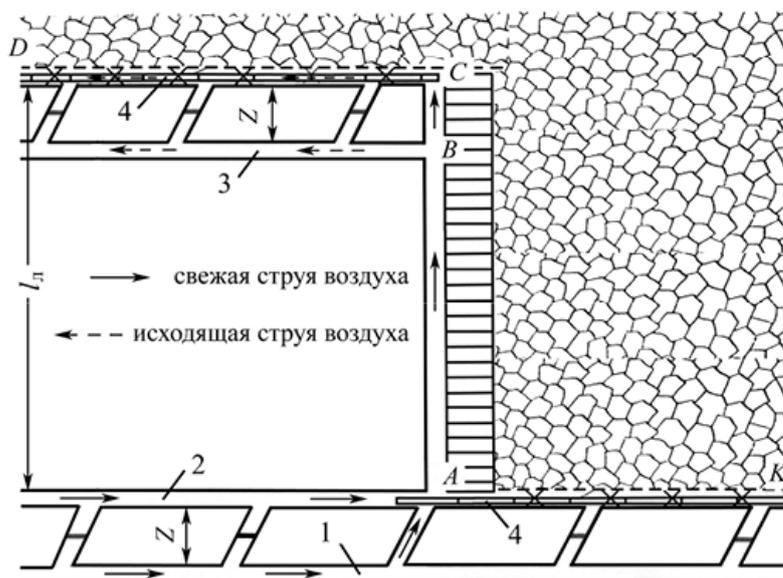


Рис. 24. Бесцеликовая система разработки пласта длинными столбами в варианте лаваярус с подготовкой столбов сдвоенными штреками

Вариант системы разработки длинными столбами, представленный на рис. 24, может быть эффективно использован при отработке пологих пластов мощностью более 2÷2,5м, где возможно проходить подготовительные выработки по углю.

Система разработки с выемкой запасов смежных ярусов в противоположных направлениях На рисунке 25 приведена принципиальная схема комбинированной системы разработки с выемкой запасов смежных ярусов в противоположных направлениях, которая впервые была реализована в 1999-2000 гг. на шахте «Воргашорская» при отработке пласта «Мощного» лавами 252-Ю и 352-Ю.

На рисунке 25: $ACDE$, $ACFG$ - столбы полезного ископаемого; 1 - ярусный конвейерный штрек лавы № 1; 2 - ярусный вентиляционный штрек лавы № 1; 4, 5 - панельный уклон и ходок панельного уклона; 3 - фланговая выработка; 6- транспортный ходок; 7 - ярусный конвейерный штрек лавы № 2; 8 -разрезная печь лавы № 1; 9 - разрезная печь лавы № 2; 10 - ярусный вентиляционный штрек лавы № 2, 11 - демонстрационная камера лавы № 1; $B-C$ - участок откаточной выработки лавы №1, используемый повторно в качестве участковой вентиляционной выработки при отработке лавы № 2 между разрезной печью 9 и вспомогательной выработкой 6; $L_{ст}$ - длина столба.

До начала отработки первого столба $ACDE$ проходят ярусные конвейерные штреки 1 и 7. Между этими штреками проходят вспомогательную выработку 6. Первый столб отработывают прямым ходом от ходка панельного уклона 5 к фланговой выработке 3, пройденной на границе панели. Ярусный конвейерный штрек 1 погашают за лавой № 1 в период работы ее на участке между разрезной печью 8 и вспомогательной выработкой 6. Разрезную печь 9 лавы № 2 проходят на одной линии с демонстрационной камерой 11 первой лавы до начала демонтажа оборудования в первой лаве.

Второй столб $ACFG$ отработывают обратным ходом от границы выемочного участка к панельному уклону 4. При этом до начала его отработки проходят ярусный вентиляционный штрек 10 лавы № 2.

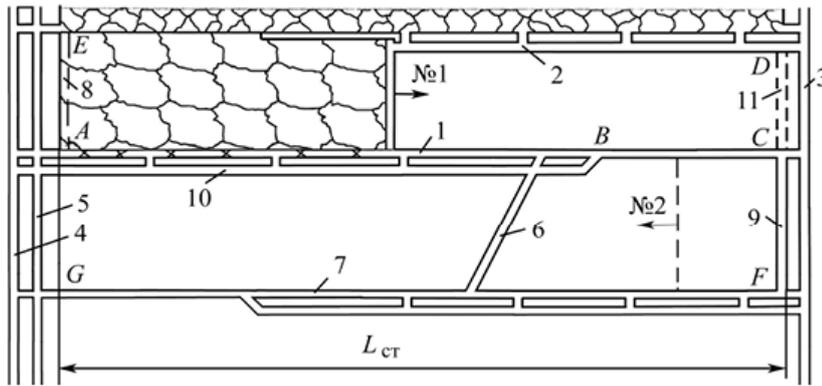


Рис. 25. Комбинированная система разработки с выемкой запасов смежных ярусов в противоположных направлениях

Проведение ярусных конвейерных штреков 1 и 7 первой и второй лав, а также вспомогательной выработки 6 является условием, при выполнении которого возможен прямой порядок отработки первого столба $ACDE$ с погашением штрека 1 за лавой № 1 на участке между разрезной печью 8 и вспомогательной выработкой 6. В этот период работы лавы №1 уголь транспортируется по маршруту: 1, 6, 7. Проведение ярусного вентиляционного штрека 10 до начала отработки столба $ACFG$ является условием, при выполнении которого возможна отработка второго столба обратным ходом от границ выемочного участка к основным подготовительным выработкам по фактору проветривания.

Предельно допустимую длину участка BC штрека 1, поддерживаемого на границе с выработанным пространством, при превышении которой не обеспечивается технологически удовлетворительное состояние данного участка к моменту начала отработки второго столба, определяют в каждом конкретном случае путем шахтных, лабораторных или аналитических исследований.

Использование данной системы разработки позволяет: существенно уменьшить затраты на монтажно-демонтажные работы; уменьшить невосполнимые потери добычи в период выполнения монтажно-демонтажных работ; повысить уровень пространственной концентрации работ в пределах панели; уменьшить затраты на поддержание ярусных штреков. Максимальный эффект при этом достигается при разработке пологих пластов полезных ископаемых (угольных, калийных солей и др.) мощностью $3 \div 5,5$ м. С увеличением глубины ведения горных работ и мощности пласта эффективность ее применения возрастает.

Системы разработки пластов на участках с ограниченными размерами. Большинство перспективных для отработки участков на действующих угольных шахтах и калийных рудниках имеют размеры значительно меньше их оптимальных значений, определенных при использовании современных очистных механизированных комплексов. Следствием этого являются возрастание затрат на выполнение монтажно-демонтажных работ и невосполнимых потерь добычи; повышение производственного травматизма; снижение коэффициента использования дорогостоящего очистного оборудования.

Под участками с ограниченными размерами понимаются участки шахтных полей, большие размеры которых не превышают $0,7 \div 0,8$ оптимальной длины столба, определенной при использовании системы разработки длинными столбами в варианте «одинарная лава».

Более полно потенциальные возможности современных механизированных комплексов при отработке участков с ограниченными размерами могут быть реализованы

при использовании комбинированных систем разработки с разворотом лав на границах выемочных участков без демонтажа очистного оборудования (рис. 26).

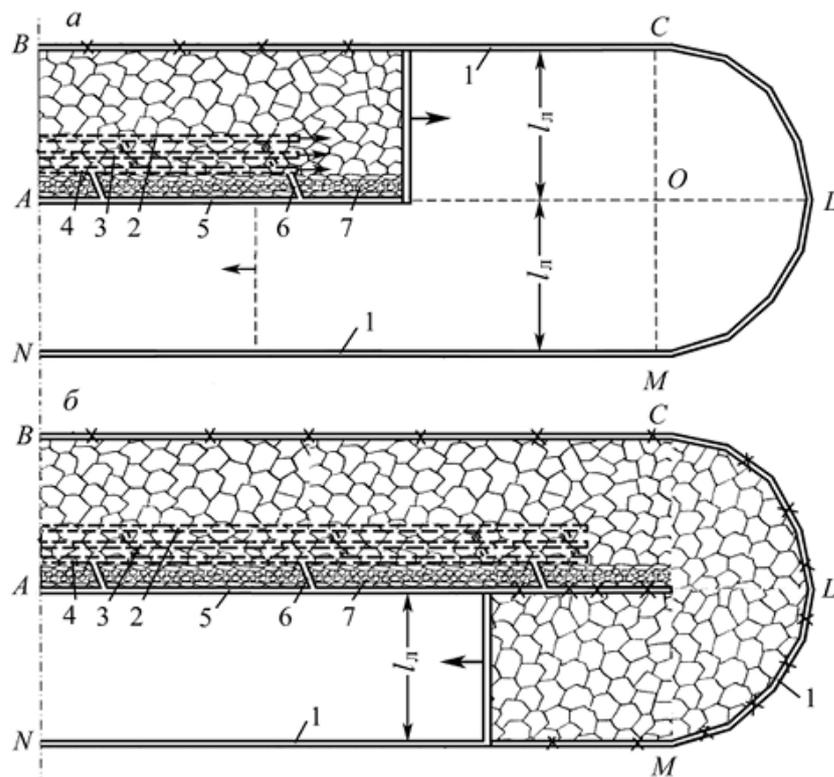


Рис. 26. Комбинированная системы разработки с разворотом лавы на границе обрабатываемого выемочного участка

Базовые технологии угледобычи

Монтажно-демонтажные работы. Трудоемкость и продолжительность монтажа во многом зависят от правильной организации и объема проведения подготовительных работ. К этим работам относятся: проведение временных дополнительных горных выработок для доставки оборудования и его монтажа, если для доставки недостаточно выработок, с помощью которых подготавливались монтажная камера, откаточный и вентиляционный штреки; прокладка рельсовых путей в монтажной камере, рольганга и других транспортных средств; проверка на поверхности взаимодействия механизмов комплекса, а также комплектности оборудования, полученного от завода-изготовителя; предохранение гидросистемы от засорения путём закрытия заглушками открытых отверстий гидрооборудования или другими способами; подгонка крепёжных деталей друг к другу и к элементам оборудования комплекса, а также маркировка всех видов крепёжных соединений; разборка комбайна на две части: режущую и подающую с электродвигателем; снятие исполнительного органа комбайна для его отдельной доставки и защита выступающих деталей комбайна от ударов при транспортировании по откаточным выработкам; разработка схемы доставки оборудования с поверхности до места разгрузки его в монтажной камере. При этом необходимо предусмотреть исключение промежуточных перегрузок и обеспечение максимальной механизации всех операций по погрузке, доставке и разгрузке; изготовление специальных платформ для спуска в шахту секций крепи, комбайна, направляющих балок, приводов и рештаков скребкового конвейера и другого крупногабаритного оборудования; приспособление шахтных вагонеток для удобного размещения, спуска в шахту и разгрузки в монтажной камере звеньев цепей, болтов, с надетыми шайбами и навинченными гайками и других крупногабаритных элементов оборудования комплекса (элементы оборудования должны быть сгруппированы не только по наименованию, но и по сортам и размерам и сложены в

ящики, маркированные до начала работ по плану-графику такелажных и монтажных работ); пополнение шахтного парка или использование взятых напрокат недостающих рольгангов, подвесных кареток, тягачей, скоб, стоек, домкратов, ручных талей и других вспомогательных приспособлений и средств погрузки, разгрузки, доставки и монтажа; подготовка горизонтальной площадки перед монтажной камерой для одновременного размещения необходимого числа платформ с оборудованием и настилка на площадке пола из брусьев на уровне головки рельсов; тщательный осмотр горных выработок и путей, по которым к монтажной камере будут транспортироваться отдельные сборочные единицы комплекса; устройство аккумулярующих разминок для размещения в откаточных горных выработках поступающих с поверхности вагонеток и платформ с оборудованием комплекса; установка вспомогательных лебёдок для доставки оборудования комплекса от горизонтальной площадки к месту монтажа; доставка распределительных пультов управления электро- и гидрооборудования к конвейерному штреку лавы и подключение их к электросети; прокладка масло- и эмульсопроводов от маслокамеры до монтажной камеры.

При выполнении монтажно-демонтажных работ применяю различные технологические схемы и средства. Обобщение опыта монтажно-демонтажных работ показывает, что в среднем монтаж или демонтаж механизированного комплекса продолжается от двух недель до одного месяца, при этом трудоемкость колеблется от 200 до 3000 чел-смен.

Однако при правильной организации работ с использованием обычного оборудования можно сократить срок монтажно-демонтажных работ до 5 суток.

Механизированные комплексы можно разделить на четыре группы, для каждой из которых можно определить типовые технологические схемы монтажа и демонтажа, а также средства доставки к месту выполнения работ и применяемые средства механизации: *I* группа — механизированные комплексы с крепями поддерживающего типа для пологих пластов мощностью до 2 м.

Секции механизированной крепи комплексов *I* группы могут быть погружены на поверхности шахты на платформы в собранном виде и доставлены до монтажной камеры, где их перегружают на аккумулярующий рольганг штрека, с которого по уголковым направляющим с помощью лебёдки или цепи конвейера доставляют к месту установки. При демонтаже транспортирование секций крепи в собранном виде производят в обратном направлении.

II группа - механизированные комплексы с крепями оградительно-поддерживающего и поддерживающе-оградительного типов для пологих пластов мощностью более 2 м. Секции механизированной крепи комплексов *II* группы грузятся на платформы в разобранном виде. Стойки и верхние перекрытия укладывают на основание и по рельсовому пути доставляют прямо в монтажную камеру.

III группа - механизированные комплексы с крепями поддерживающего типа для пологих пластов мощностью 2,2 ÷ 3,2 м. Секции механизированной крепи комплексов *III* группы занимают промежуточное положение между первыми двумя: до монтажной камеры доставляются по схеме *II* группы, а в монтажной камере до места установки по схеме *I* группы, но без уголкового направляющего.

IV группа - механизированные комплексы с крепями поддерживающего типа для крутых пластов мощностью до 1,5 м. Секции механизированной крепи комплексов этой группы доставляют до монтажной камеры по схеме *I* группы, а до места установки — без направляющих под действием собственного веса с помощью предохранительных лебёдок.

Основная особенность монтажно-демонтажной камеры как горной выработки состоит в том, что для размещения оборудования, средств механизации и получения достаточных зазоров для производства работ её ширина должна достигать значительных размеров. Поэтому паспорт крепления камеры должен разрабатываться с учётом конкретных горно-геологических условий и конструктивных особенностей механизированной крепи. Ширина монтажно-демонтажной камеры должна быть не менее

4 ÷ 4,5 м, а высота — соответствовать вынимаемой мощности пласта для данного типоразмера крепи.

Монтаж оборудования является последним предэксплуатационный периодом, в котором могут быть выявлены и устранены явные и частично скрытые дефекты изготовления и сборки оборудования.

Для проведения качественного монтажа необходимо использовать специализированные бригады монтажно-наладочных организаций или бригады высококвалифицированных и предварительно изучивших данное оборудование рабочих предприятия.

Демонтаж механизированных комплексов. На шахтах нового технического уровня (шахты-лавы, шахты-пласты) в настоящее время, как правило, предусматривают отработку одного пласта, в пределах которого работает одна лава при отсутствии на шахте резервных очистных комплексов. Такие шахты, характеризующиеся простыми и надёжными технологическими схемами, максимально возможной пространственной концентрацией горных работ, высоким уровнем производительности труда и низкой себестоимостью угля, наиболее конкурентоспособны в рыночных условиях.

Наиболее актуальными для «шахт-лав» являются вопросы, связанные со снижением продолжительности монтажно-демонтажных работ при переводе очистного комплекса на отработку очередного выемочного столба.

Фактическая продолжительность демонтажных работ составляет 16-150 суток, что в большинстве случаев существенно превышает промежуток времени 11-16 суток, технологически необходимый для выполнения демонтажа механизированных комплексов. Экономические ущербы, связанные с невозможными потерями добычи при простоях высокопроизводительных очистных комплексов, достигают 30-34 млн. рублей в сутки и более.

Известные технологии демонтажа можно разделить на следующие три группы (рисунок 27):

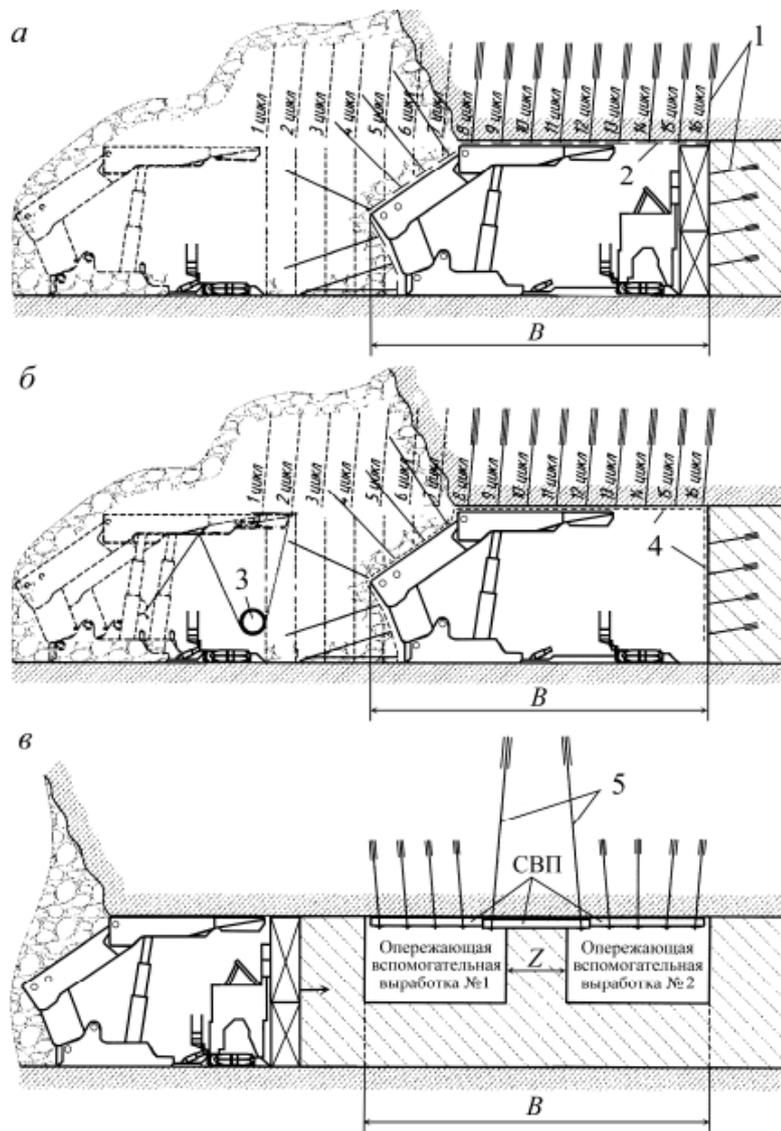
- с формированием демонтажной камеры на завершающем этапе отработки столба с креплением кровли анкерами и затяжкой её металлическими решётками или сплошными перекрытиями из деревянных плах;
- с использованием полимерных сетчатых перекрытий, прикрепляемых анкерами к кровле демонтажной камеры в период её формирования;
- предусматривающие проведение впереди очистного забоя вспомогательных выработок у кровли пласта в месте формирования демонтажной камеры.

При использовании указанных технологий, формирование демонтажных камер осуществляется в течение последних 16-18 выемочных циклов в лаве перед её остановкой.

Продолжительность демонтажа определяется, главным образом, двумя факторами: временем, технологически необходимым для выполнения демонтажа оборудования; затратами времени на предотвращение и ликвидацию последствий вывалов в демонтажной камере. При этом в среднем доля затрат времени, технологически необходимого для выполнения демонтажа очистного оборудования, составляет 19-41%.

В настоящее время при отработке пологих пластов мощностью 2,5-5,0 м на шахтах Кузнецкого бассейна в качестве наиболее перспективной рассматривается технология демонтажа лав, включающая применение полимерных сетчатых перекрытий.

При использовании данной технологии продолжительность демонтажных работ в 1,6-2,1 раза меньше соответствующего показателя при реализации других рассматриваемых технологий, повышается безопасность демонтажных работ, большей является вероятность выполнения демонтажных работ в планируемые сроки. Вместе с тем необходимо подчеркнуть, что данная технология не исключает обрушений пород кровли в демонтажной камере. Затраты времени на ликвидацию последствий обрушений кровли при использовании полимерных сетчатых перекрытий остаются достаточно высокими, достигая в среднем 45% общего времени, затрачиваемого на демонтаж лавы.



1 – анкеры, 2 – решётчатая затяжка, 3 – рулон полимерной сетки, 4 – полимерное сетчатое перекрытие, 5 – канатные анкеры, B – ширина демонтажной камеры, Z – расстояние между вспомогательными выработками

Рис. 27. Принципиальные схемы технологий демонтажа очистных механизированных комплексов

При применении технологий демонтажа, основанных на использовании полимерных сетчатых перекрытий, наиболее опасные обрушения кровли происходят, в основном, в местах нахождения над сетчатым перекрытием полостей, образовавшихся в результате вывалов пород на этапе формирования демонтажной камеры. На участках сетки, расположенных под полостями вывалов, высокой является вероятность разрыва полимерного перекрытия породой, падающей с большой высоты.

Независимо от принятой технологии демонтажа лавы, на интенсивность обрушений пород кровли в демонтажных камерах существенное влияние оказывает скорость подвигания лавы на завершающей стадии отработки выемочного столба в течение последних 16-18 выемочных циклов.

При проведении шахтных исследований в качестве основных показателей интенсивности обрушений пород кровли использовались средняя высота вывалов, площадь вывалов в процентах от наблюдаемой поверхности кровли, объёмы вывалов. Характер изменения этих показателей при уменьшении длины лавы одинаковый.

Наиболее резкое увеличение интенсивности вывалов наблюдается при скоростях подвигания лавы меньше некоторых предельных значений, величина которых зависит от

конкретного сочетания горно-геологических и горнотехнических условий ведения очистных работ. При скоростях подвигания лавы, превышающих указанные предельные значения в 1,5-2,0 раза и более, показатели интенсивности вывалов снижаются до величин, установленных в основной период работы лавы.

В условиях шахт Кузнецкого бассейна, разрабатывающих пологие угольные пласты мощностью 2,5-5,0 м на глубинах 150-340 м, значения предельных скоростей составляют около 4 м/сут. С увеличением глубины горных работ, а также при расположении демонтажных камер в зонах повышенного горного давления, формирующихся под краевыми частями угольного массива и целиками по вышерасположенным пластам, значения предельных скоростей возрастают.

Существенное влияние на вероятность обрушений пород кровли в демонтажной камере оказывает место расположения рассматриваемого участка кровли относительно подготовительных выработок. Как правило, наиболее «проблемными» являются участки кровли, прилегающие к подготовительным выработкам 1 и 2. На данных участках, имеющих относительно небольшие размеры (до 10-13 м), в условиях шахт Кузбасса наблюдается до 74% общего числа вывалов. Основные показатели интенсивности вывалов на концевых участках в 1,5-2,8 раза превышают средние значения соответствующих показателей, зафиксированных на средних участках демонтажной камеры.

В средней части демонтажной камеры, происходит около 26% вывалов: 17% вывалов – со стороны выработанного пространства; 9% – со стороны угольного массива.

При реализации технологий демонтажа с использованием полимерных сетчатых перекрытий вывалы наиболее вероятны при разрывах сетки в периоды разворота секций механизированной крепи и их извлечении из общего ряда секций. Полимерная сетка при разгрузке секции крепи неравномерно опускается под воздействием лежащих на ней пород кровли. Её разрыв, как правило, происходит под воздействием растягивающих напряжений над угловой частью перекрытия извлекаемой секции крепи.

Основной причиной обрушений пород кровли в демонтажных камерах является, как правило, повышенная нарушенность пород непосредственной кровли трещинами эксплуатационного происхождения, возникающими в зоне опорного давления впереди забоя лавы на завершающей стадии отработки столба. В частности, об этом свидетельствуют следующие факты, зафиксированные в течение последних 16-18 выемочных циклов при формировании демонтажных камер: до 25-30 % общего числа вывалов происходит во время обнажения пород кровли при отбойке угля комбайном, а также над зоной интенсивного отжима в угольном пласте; частота трещин эксплуатационного происхождения в породах непосредственной кровли в 5-7 раз и более превышает частоту трещин, зафиксированную в основной период работы лавы.

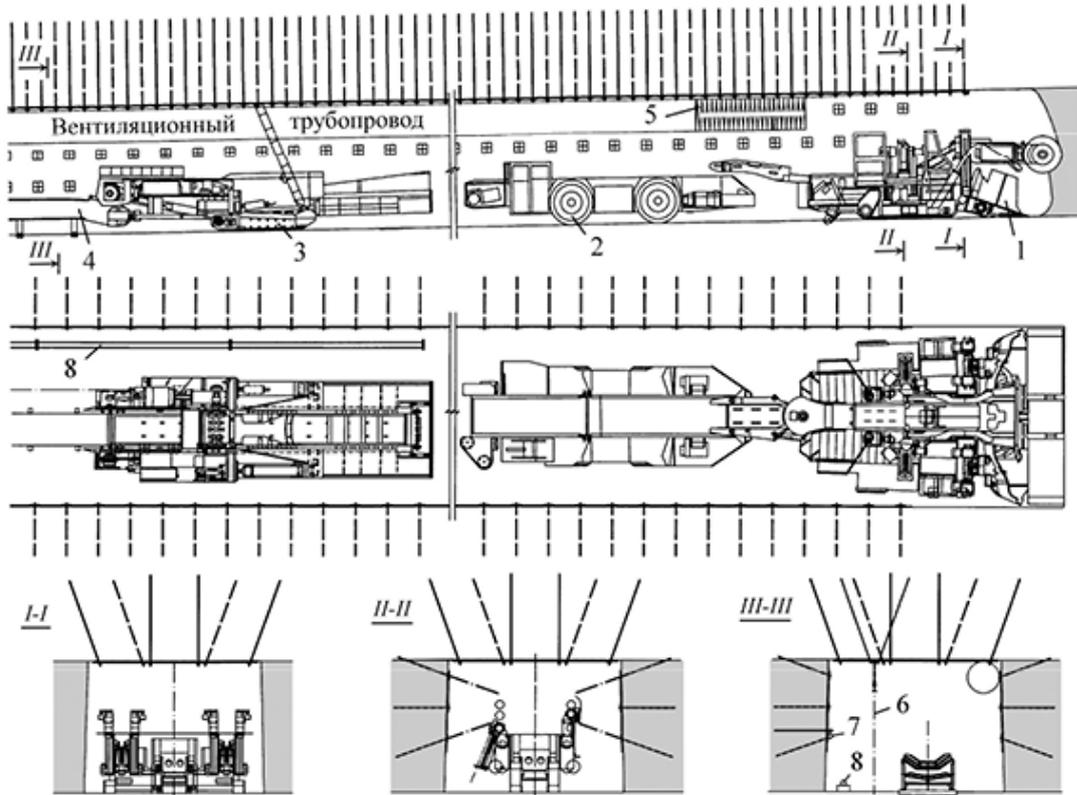
Максимальной степенью нарушенности пород непосредственной кровли трещинами эксплуатационного происхождения характеризуются концевые участки лавы, прилегающие к подготовительным выработкам. Данный факт объясняется тем, что породы непосредственной кровли на концевых участках лав, в отличие от средних участков лав, нарушены несколькими системами взаимно пересекающихся трещин, одни из которых связаны с наличием впереди забоя лавы подготовительных выработок, другие – с ведением очистных работ. Влияние скорости подвигания лавы, мощности пород непосредственной кровли пласта и напряжений в зоне опорного давления впереди забоя лавы на интенсивность трещин, аналогично влиянию указанных факторов на показатели интенсивности обрушений пород кровли в демонтажных камерах.

Проведение участковых подготовительных выработок

Участковые подготовительные выработки, как правило, проходят комбайнами избирательного действия легкого или тяжёлого типа в зависимости от площади поперечного сечения выработки.

При анкерном креплении участков выработок прямоугольной формы используют комбайны с барабанным исполнительным органом, длина которого равна ширине выработки.

Например, проведение штрека сечением в свету $22,8 \text{ м}^2$ осуществляется при помощи проходческого комплекса фирмы JOY, который состоит из проходческого комбайна JOY 12CM15 WHBM, челночной вагонетки 10SC32 SASC1010, бункера-перегрузателя с дробилкой BF-14B-54-7C (рис. 6.3, 6.4).



1 – комбайн; 2 – челночная вагонетка; 3 – бункер-перегрузатель; 4 – ленточный конвейер; 5 – спрямляющий каркас вентиляционного трубопровода; 6 – ось монорельсовой дороги; 7 – трубопровод сжатого воздуха; 8 – противопожарный трубопровод

Рис. 28. Технологическая схема проведения штрека комбайном:

Челночная вагонетка грузоподъемностью 13,8 т имеет в днище кузова продольный скребковый конвейер, который разгружает вагонетку без её разворота. Длина силового кабеля 167, 176 или 116 м. В соответствии с правилами MSHA (ассоциации безопасности и здоровья шахтеров) длина кабеля может быть уменьшена.

Проходческий цикл начинается с подготовки рабочего места, замера содержания метана в забое и в 20 метрах от него. После этого приступает к выемке горной массы.

Машина подается на забой и зарубается в пласт на 0,6 м по кровле выработки. Режущий орган рубит в направлении к почве на высоту 4,0 метра. Затем рабочий орган опускается вниз для выгрузки угля, используя эффективность венцов барабана и щита. Затем машина подается на забой для зарубки следующего цикла на глубину 0,6 метра.

Перед началом работ водитель челночной вагонетки проверяет работоспособность всех систем машины и целостность кабеля.

После того как машинист комбайна приступит к подрезке забоя, водитель челночной вагонетки подает предупредительный звуковой сигнал и начинает движение в сторону забоя. Челночная вагонетка подгоняется к комбайну так, чтобы перегружатель комбайна был над приемным бункером вагона, тогда машинист комбайна включает перегружатель комбайна и вагонетка загружается отбитой горной массой. Когда

челночная вагонетка полностью загружается горной массой, машинист комбайна выключает перегружатель, а водитель вагонетки подает предупредительный звуковой сигнал о начале движения и начинает движение вагона в сторону перегружателя.

При движении челночной вагонетки нахождение людей в зоне движения запрещено.



Рис. 29. Пример графика организации работ по проведению штрека комбайном JOY 12СМ15 WHBM (шахта «Котинская»)

Челночная вагонетка подъезжает к бункеру-перегрузателю с дробилкой и разгружается. После разгрузки в бункер водитель подает предупредительный звуковой сигнал о начале движения и начинает движение в сторону забоя.

Цикл повторяется до тех пор, пока вся отбитая горная масса не будет вывезена из забоя.

После взятия заходки на величину шага крепления, производится возведение анкерной крепи по кровле и бортам выработки. Для этого машина позиционируется для крепления и переключается на режим бурения.

Работы по возведению анкерного крепления в кровле и бортах выработки возможно совмещать по времени.

Крепление выработки производится сталеполимерными анкерами А20В длиной 2750 мм с закреплением стержня анкера в скважине двумя ампулами с быстротвердеющими составами. В качестве опорного элемента применяются кровельные металлические шайбы 300×300×8 мм и одноsegmentная металлическая решетчатая затяжка 5000×1200×8 мм.

Обе установки для крепления кровли на каждой стороне работают одновременно по бурению и установке трех анкеров с каждой стороны.

Две бортовые бурильные установки (по одной с каждой стороны) работают одновременно по бурению и установке анкеров в бортах выработки.

Возведение анкерной крепи осуществляется в следующей последовательности.

После взятия заходки на глубину 1,2 м новая решетчатая затяжка укладывается на конец ранее установленной затяжки. Производится установка двух анкеров в среднюю часть решетки, тем самым обеспечивается временное укрепление выработки. На средние буровые установки для крепления кровли укладываются кровельные шайбы 300×300×8, мм которые при помощи магнитов фиксируются на них, и домкратами распора решетка с шайбой прижимается к кровле.

Через отверстия в подхвате бурятся шпурь диаметром 28 мм под углами, установленными паспортом крепления выработки.

На конец стержня с резьбой надевается металлическая шайба, и навинчивается гайка на величину, равную ее высоте (до «фиксатора»). Конец стержня с навинченной гайкой вставляется в специальное гнездо буровой каретки и фиксируется стопором. В шпур помещаются две ампулы, а затем свободный (рифленый) конец стержня, которым

ампулы перемещается до упора в дно шпура. После этого включаются буровые каретки и вращающийся стержень разрывает оболочку ампулы, перемешивает компоненты полимеров и перемещается до упора в дно шпура. В перемешанных полимерах возникают химические реакции, в результате которых состав затвердевает. Через некоторое время (120÷170с), установленного технической характеристикой ампул, после перемешивания полимеров снимается распор и завинчивается гайка до упора в верхняк и создания стержню усилия 25 кН.

Далее производится установка четырех анкеров в месте укладки затяжки в нахлестку в последовательности, ранее описанной.

При завинчивании гайки буровой кареткой автоматически создается необходимое равномерное натяжение анкеров, поэтому контроль их величин при помощи измерительных приборов осуществляется лишь периодически 2-3 раза в месяц или через каждые 120÷130 м подвигания подготовительного забоя.

Возведение анкерной крепи в бортах выработки осуществляется следующим образом: после возведения анкерной крепи в кровле приступаем к креплению бортов. Крепление бортов производится полимерными анкерами, состоящие из полимерного анкера и одной ампулы, с применением шайб. Длина анкера принимается 1,6 метра. После выбуривания шпура вставляется ампула и рифленным концом анкера ампула доставляется до дна шпура и включением каретки производится перемешивание составов ампулы. После отвердения состава на анкер надевается шайба и закрепляется при помощи гайки.

Шаг установки анкеров 1,0 метр. Верхний анкер устанавливается в 0,5 м от кровли выработки. Бортовые анкера располагаются с отклонением от напластования под углом 15°÷20°.

Меры безопасности при работе с ампулами. Рабочие, занятые установкой анкеров, должны быть обеспечены: перчатками резиновыми или хлопчатобумажными, пропитанными латексом; защитными очками; респираторами; фляжками с чистой водой.

Необходимо соблюдать правила обращения с ампулами: не нарушать герметичность оболочки ампулы до ее использования по назначению; брать ампулы руками в защитных перчатках; брать ампулы из упаковки непосредственно перед введением её в скважину; не допускать соприкосновения ампул с колющими и режущими предметами во избежание повреждения оболочки и разгерметизации ампулы; работы по установке анкера проводить в защитных очках; не втирать компоненты ампулы, попавшие на кожу или в глаза.

Проблемы и решения при отработке сближенных угольных пластов

Большинство угольных пластов залегают свитами, находясь друг от друга на различном расстоянии. С точки зрения влияния выемки одного из пластов свиты на выемку соседних, различают независимые и сближенные пласты. Пласты в свите считаются *независимыми*, если выемка их возможна в любой последовательности, и *сближенными*, если при рациональной разработке необходимо учитывать их совместное залегание. Таким образом, в общем случае сближенными называют пласты, которые оказывают влияние друг на друга при их разработке. Это влияние может быть как полезным, так и вредным. В первом случае его необходимо использовать в практических целях, а во втором — бороться с ним.

Полезное влияние разработки сближенных пластов используется в следующих случаях:

- при разработке пластов, опасных по внезапным выбросам угля и газа или горным ударам, когда требуется первоочередная опережающая отработка защитного пласта;
- при необходимости дегазации соседних газоносных пластов, эффективность которой зависит от степени разгрузки, вызываемой их надработкой или подработкой;
- для разупрочнения крепких песчаников, залегающих в кровле подрабатываемых пластов, с целью улучшения условий управления горным давлением;

- для осушения весьма обводненных пластов путем их подработки;
- при групповой подготовке пластов, когда выработки по одному из сближенных пластов используют и для отработки других.

Вредное влияние взаимодействия сближенных пластов может проявляться:

- при подработке вышележащего весьма сближенного пласта, приводящей к затруднениям в его последующей выемке;
- при попадании выработки в зону повышенного горного давления;
- при подработке существующей выработки.

В целом влиянием отработки сближенных пластов выражается в изменении напряженно-деформированного состояния массива вокруг выработанных пространств и сформированных вследствие отработки пласта краевых частей массива и целиках (рисунок 30).

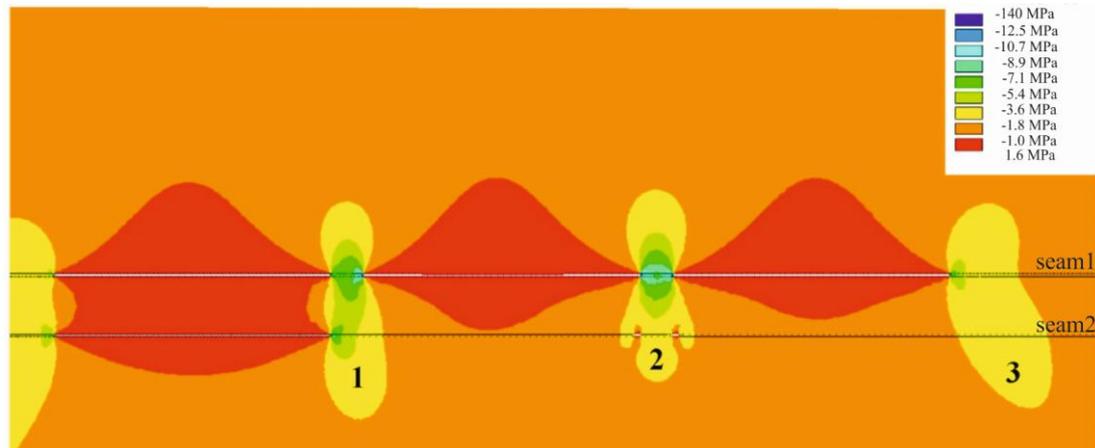


Рис. 30. Формирование зон повышенных напряжений и разгрузки при отработке сближенных пластов (на примере пластов Болдыревский и Поленовский шахты «им.С.М.Кирова»)

В случае отработки сближенных пластов, как правило, выделяют 2 случая, принципиально отличающихся характеру и степени влияния опережающей отработки соседнего пласта:

- 1) Надрработка. Первоочередная отработка верхнего из сближенных пластов.
- 2) Подработка. Первоочередная отработка нижнего из сближенных пластов.

Принципиальное отличие в данном случае обусловлено тем, что при подработке зона влияния горных работ по нижнему пласту имеет большее распространение в сторону сближенного пласта, поскольку междупластье оказывается в зоне обрушения и развития предельных деформаций пород.

Следует отметить, что наиболее сложные горнотехнические ситуации возникают при отработке пластов угрожаемых или склонных к геодинамическим и газодинамическим явлениям, а также при подработке сближенных пластов с мощностью междупластья менее шести вынимаемых мощностей пласта.

Широкая распространенность сближенных пластов на шахтах России, применение систем разработки с оставлением неразрушаемых угольных целиков между выемочными участками, а также формирование значительных выработанных пространств и протяженных краевых частей на их границах привели к росту частоты проявлений вредного влияния при взаимодействии сближенных пластов. Влияние выражается не только в ухудшении условий ведения работ по динамической и газодинамической безопасности, но и повышению сложности поддержания подготовительных выработок в зонах повышенного горного давления (ПГД).

Отсутствие четких требований и рекомендаций по планированию горных работ по сближенным пластам и многообразии горно-геологических и горнотехнических условий при их взаимодействии определяют актуальность разработки таких рекомендаций.

Порядок разработки сближенных пластов может быть нисходящим и восходящим. При отработке сближенных пластов наиболее часто применяется нисходящий порядок отработки пластов, который применим в любых условиях. Восходящий порядок применяется реже и применяется, как правило, только при мощности междупластья более 6 вынимаемых мощностей пласта.

В мировой практике к сближенным пластам зачастую относят пласты, залегающие на расстоянии менее 200 футов (60 м), и при отработке таких пластов выделяют следующие четыре главных категории взаимодействия сближенных пластов:

- 1) Надрработка.
- 2) Подработка.
- 3) Динамическое взаимодействие.
- 4) Отработка весьма сближенных пластов.

Подготовка сближенных пластов может быть отдельная и совместная. При совместной подготовке проводят групповые выработки (штреки, бремсберги, уклоны) по одному из пластов, которые обслуживают все пласты группы, соединяясь с ними квершлагами или гезенками.

Совместная разработка сближенных пластов проводится, как правило, при следующих условиях: мощность междупластья до 20-30 м; небольшая глубина разработки и устойчивые боковые породы, в которых располагаются групповые выработки. В тех случаях, когда боковые породы нижнего пласта слабоустойчивые, групповые выработки располагаются по пустым породам.

При отдельной подготовке проводят свои выработки по каждому пласту.

Учитывая современные тенденции перехода шахт на схему работы шахта-лава, то есть использование одного очистного забоя, как правило, основным способом разработки сближенных пластов является отдельная подготовка и отработка пластов или их участков.

Учитывая наличие нескольких принципиально различных категорий взаимодействия сближенных пластов при анализе российского и мирового опыта отработки запасов таких пластов следует рассматривать отдельно, при этом, в первую очередь, выделяя горно-геологические и горнотехнические факторы, определяющие успешность или аварийность конкретной горнотехнической ситуации на шахте.

Анализ опыта подземных горных работ ведущих угледобывающих стран мира: Китай, США, Австралия, Россия, показал, что проблема отработки сближенных пластов является характерной не для всех регионов. Так, например, в Австралии отрабатывают наиболее экономически выгодные мощные пологие одиночные пласты, хотя авторами публикации указывается, что дальнейшие перспективы, в том числе и ближайшие, развития подземной угледобычи связаны с отработкой свит пластов в условиях надрработки и подработки.

Взаимодействие сближенных пластов – одна из основных опасностей при управлении состоянием массива во многих американских угольных шахтах, о чем свидетельствуют многочисленные публикации различных исследователей. Большой интерес представляют исследования, проведенные Национальным институтом охраны труда и здоровья (National institute for occupational safety & health - NIOSH), которые основывались на эмпирическом подходе, а именно на создании и изучении базы данных случаев влияния (взаимодействия) сближенных пластов. База данных случаев отработки сближенных пластов развивалась в течение нескольких лет. Шахты, включенные в исследование, были определены посредством обсуждений с персоналом компании и Национальным институтом охраны труда и здоровья (MSHA). Исследования были сосредоточены на тех шахтах, которые испытали большие трудности при подготовке и отработке запасов в условиях взаимодействия сближенных пластов. В общей сложности

были исследованы 44 шахты, почти все находились в угольных бассейнах Аппалачи (центральная часть) и Западный. Основная цель шахтных исследований состояла в том, чтобы проследить историю взаимодействий сближенных пластов (и невзаимодействий) для каждой шахты. При этом совмещались планы горных работ: текущие выработки и выработки надрабатывающих или подрабатывающих пластов. Также в каждой шахте проводились шахтные исследования свойств вмещающих пород. Сложность проводимых исследований была связана с тем, что в ряде случаев было невозможно выделить степень влияния сближенного пласта и других горно-геологических и горнотехнических факторов. Поэтому ряд случаев взаимодействия пластов был исключен из базы данных.

Большое количество геологических и горнотехнических факторов, включенных в рассмотренные случаи взаимодействий сближенных пластов, существенно затруднили их анализ. Эмпирические исследования, по утверждению авторов провалились, и был сделан вывод о недостаточности данных собранной базы для такого числа влияющих факторов.

Использование зависимостей, полученных на основе рассмотренного анализа случаев на шахтах в США, в условиях России осложняется еще и тем, что анализ выполнен без учета технологических схем и систем разработки и их параметров. Так, например, в России основной технологией подземной разработки угольных пластов является отработка запасов длинными очистными забоями, в США с ней связано лишь порядка 50%.

Следует отметить, что практика планирования развития горных работ при использовании длинных очистных забоев, основанная на опыте отработки сближенных пластов в США, основывается главным образом на следующих рекомендациях. При планировании места заложения подготовительных выработок в условиях надрабтки предусматривается смещение участковых выработок под выработанное пространство и увеличением ширины целиков между выработками с уменьшением числа сбоек под краевой частью массива.

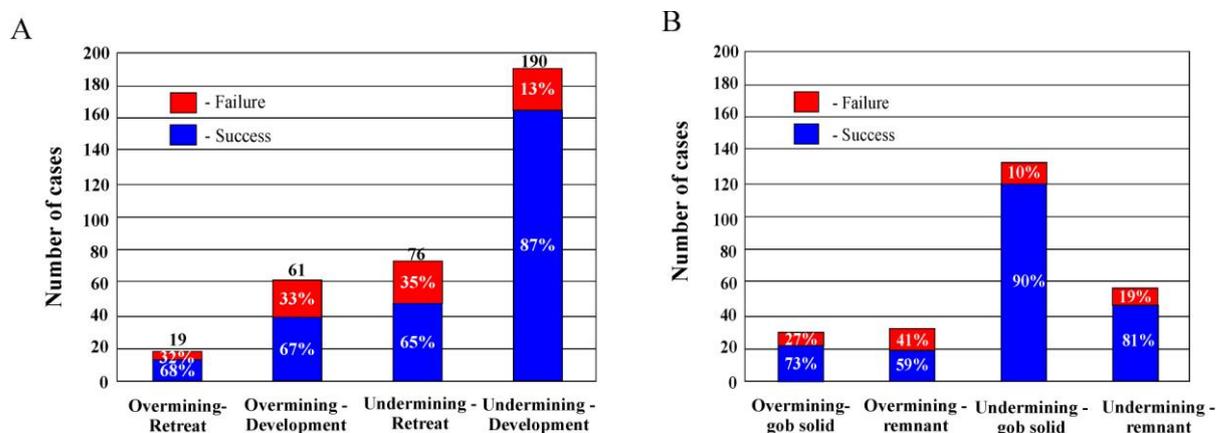


Рис. 31. Гистограмма распределения случаев взаимодействия сближенных пластов: а - по порядку отработки пластов и системе разработки; б - по типу элемента массива (целик или краевая часть)

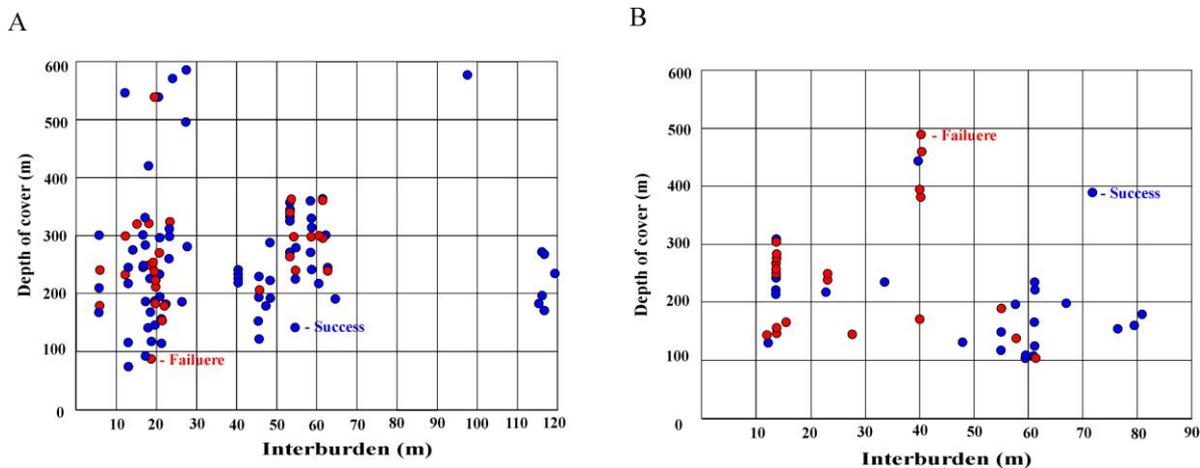


Рис. 32. Распределение успешных и аварийных случаев отработки при различных глубинах ведения работ и мощностях междупластья в условиях: а - надрботки; б – подработки

Места заложения монтажной и демонтажной камеры следует выбирать под выработанным пространством сближенного пласта со смещением порядка 30 м относительно краевых частей массива.

Анализ опыта отработки сближенных пластов на шахтах России показывает, что рекомендации по расположению выработок, описываемые в статье выше, не соблюдаются и, как правило, подготовительные выработки по сближенным пластам располагаются или под выработками соседнего пласта или никак к ним не привязываются. Отработка сближенных пластов в таких условиях осложняется широким применением системы разработки с оставлением угольных целиков между выемочными столбами, которые формируют зоны ПГД. Именно работа в зонах ПГД от целиков, как показывает анализ опыта влияния различных факторов, являлась наиболее аварийной при подготовке сближенных пластов, как в условиях надрботки (19% аварий), так и в условиях подработки (41% аварий). Сложившаяся практика планирования горных работ предусматривает лишь построение зон ПГД в соответствии с действующей инструкцией с целью исключения горных ударов.

Развитие техники и технологий подземной разработки угольных пластов привело к изменению условий труда и эффективности отработки запасов. Этот процесс сопровождается изменениями в нормативных документах, определяющих порядок ведения горных работ с учетом влияния различных горно-геологических и горнотехнических факторов. При отработке свит угольных пластов очень часто создаются тяжелые условия управления горным давлением в очистных забоях, которые проходят - под (над) целиками и краевыми частями, оставленными на смежных угольных пластах. В этих условиях скорость подвигания комплексно-механизированных очистных забоев и суточная добыча в них резко снижаются из-за зажатия и обыгрывания крепей, увеличения площади вывалов и др. В качестве критерия влияния целиков при отработке пластов не опасных по горным ударам и внезапным выбросам принималось снижение скорости подвигания очистных забоев при проходе зон повышенного горного давления (ПГД), и как следствие существенное снижение технико-экономических показателей работы лав. Давность разработки нормативного документа «Указания по управлению горным давлением ...» и произошедший с момента его введения в действие существенный прогресс техники и технологии очистной выемки – совершенствование конструкций, значительное повышение надежности и улучшение характеристик лавного оборудования (в том числе параметров механизированной крепи) и, как следствие, значительное повышение интенсивности отработки запасов с использованием комплексно механизированных очистных забоев, приведшее, в конечном итоге, к изменению интенсивности и параметров протекания геомеханических процессов (деформирования и

обрушения кровли, параметров зон опорного давления и их изменения во времени), обуславливают необходимость проведения исследований, направленных на проверку положений рассматриваемого нормативного документа с целью его использования для обеспечения эффективности и безопасности очистных работ в опасных зонах.

Чтобы избежать взаимного вредного влияния сближенности пластов при раздельной разработке, необходимо спланировать очередность их выемки таким образом, чтобы очистные и подготовительные работы по пластам были рассредоточены во времени и пространстве.

Однако, смещение во времени, исключая влияние горных работ по сближенному пласту по нашим оценкам может составлять от 7 до 15-20 лет, что при интенсивной отработке запасов высокопроизводительными длинными очистными забоями на относительно ограниченных участках сближенных пластов не может быть обеспечено. Среднее отставание во времени работ по сближенным пластам на шахтах при интенсивной отработке запасов может составлять до 10 лет. Однако, анализ реальных горнотехнических ситуаций показывает, что в настоящее время необходимость рассредоточения работ во времени не учитывается и горные работы ведутся со смещением во времени 2-5 лет.

Смещение горных работ в пространстве при работе по схеме шахта лава должно обеспечиваться лишь относительно очистных и подготовительных выработок сближенных пластов (рисунок 33). Однако, анализ реальных горнотехнических ситуаций, когда подготовка по сближенному пласту осуществляется в зоне влияния очистных работ, так же свидетельствует о недостаточном внимании к соблюдению данного принципа.

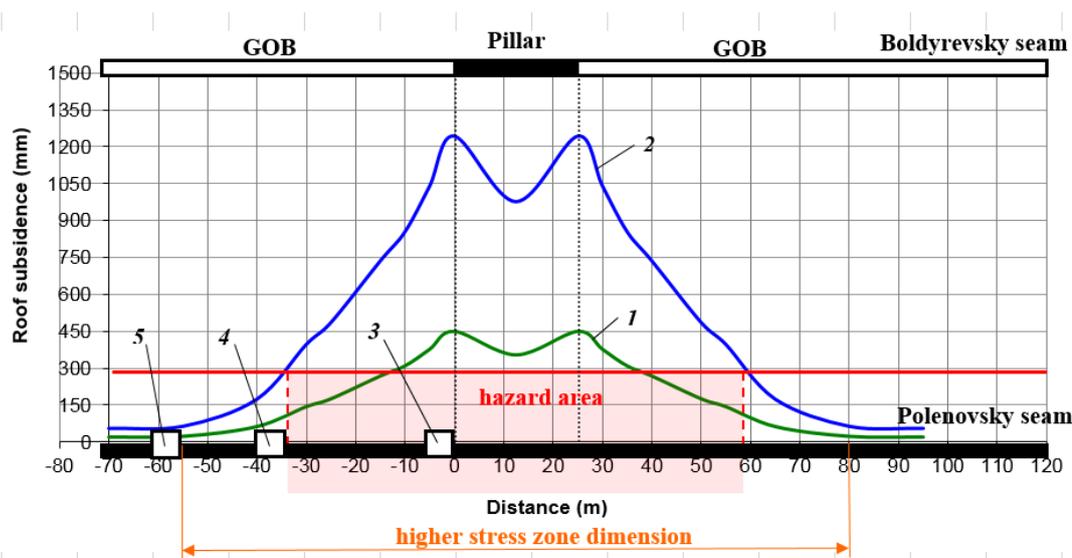


Рис. 33. Смещения кровли при различном расположении горной выработки в зоне повышенных напряжений

Следующей проблемой, возникающей при попытке взаимной увязки горных работ по сближенным пластам, является тот факт, что за последние 10 лет существенно изменились параметры выемочных участков. Так, в США средняя длина столба и длина лавы в 2004 году составляла примерно 2650 м и 250 м соответственно, а в 2018 году – 3758 м и 379 м. Существующие рекомендации по расположению монтажных и демонтажных камер, а также подготовительных выработок в зоне влияния сближенного пласта сводится, как правило, к смещению под выработанное пространство на величину порядка 30 м. Однако, в условиях роста длины и ширины выемочных столбов почти в 1,5 раза, выполнение существующих рекомендаций по размещению подготовительных

выработок, относительно краевых частей массива и выработанных пространств, становится невозможным.

Выполненный анализ мирового опыта отработки сближенных угольных пластов и анализ горнотехнических ситуаций на шахтах Кузнецкого угольного бассейна позволяет сделать следующие основные выводы:

1. Решение проблемы обеспечения эффективной и безопасной отработки запасов в условиях влияния сближенных пластов осложняется совместным влиянием большого числа факторов, определяющих интенсивность его проявления.

К числу основных горно-геологических факторов относятся:

- глубина ведения горных работ (и ее изменение с учетом рельефа);
- мощность междупластья;
- свойства пород междупластья (и их изменение в пределах столба);
- свойства вмещающих пород (и их изменение в пределах столба).

К числу основных горнотехнических факторов относятся:

- применение схем отработки с оставлением устойчивых целиков (как следствие широкого применения анкерного крепления на шахтах);
- отсутствие увязки горных работ по пластам;
- изменение параметров выемочных столбов (увеличение длин лав и столбов) по сближенным пластам (невозможность увязки работ);

2. Наибольшую сложность, при отработке запасов длинными очистными столбами, представляет поддержание участков подготовительных выработок в зоне влияния очистных работ по разрабатываемому пласту в зонах ПГД от сближенного пласта.

3. Наиболее благоприятные условия поддержания участков подготовительных выработок обеспечивается при их смещении под выработанное пространство ранее отработанных сближенных пластов (величина смещения 30 м).

4. Зоны ПГД, при их расположении в пределах лавы, как правило, не оказывают существенного влияния на эффективность ведения очистных работ.

5. Необходимым условием обеспечения эффективной и безопасной отработки запасов сближенных пластов является совместное планирование работ по сближенным пластам.

Выполненный анализ случаев взаимодействия сближенных пластов позволил наметить направления дальнейших исследований для обеспечения их эффективной и безопасной отработки:

- разработка методики для определения рационального места расположения участков выработок, монтажной и демонтажной камер, относительно выработанных пространств сближенных пластов для конкретных горно-геологических и горнотехнических условий;
- исследование возможности формирования аэродинамической связи сближенных пластов и разработка рекомендации по ее исключению (особенно для пластов, склонных к самовозгоранию);
- оценка целесообразности использования "многоштрековой" подготовки и податливых целиков для снижения концентраций напряжений и обеспечения устойчивости выработок;
- дифференциация зон ПГД с учетом степени влияния;
- исследования влияния времени на изменение напряженно-деформированного состояния в зонах влияния сближенных пластов;
- разработка комплекса рекомендаций по совместному проектированию (увязке) горных работ по сближенным пластам (пространственно-планировочные решения с увязкой во времени).

Конспект лекций по дисциплине (модулю) «Обеспечение безопасности горных работ»

Вопросы безопасности и гигиены труда в угольной промышленности по-прежнему требуют внимания и действий, поскольку высокий уровень несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний остаются основным источником беспокойства, влияющим на производительность и конкурентоспособность, а также на системы социальной защиты.

В России улучшение охраны труда привело к снижению смертельных травм в угледобывающем секторе. Федеральная служба по экологическому, промышленному и атомному надзору России сообщает, что существует явная тенденция к снижению общего числа крупных промышленных аварий и несчастных случаев на производстве в угледобывающем секторе.

Необходимость внедрения мероприятий по охране труда работников угольных шахт требует учета всех ключевых факторов, влияющих на безопасность (например, таких травмирующих факторов как взрыв газа и (или) пыли, внезапные выбросы породы, газа и (или) пыли, горные удары, прорывы воды в подземные горные выработки, эндогенные пожары, обрушения горных пород). Для оценки рисков травмирования работников угольных шахт в настоящее время применяют различные методы и системы, позволяющие оценивать риск как от воздействия отдельных опасных факторов, так и риск от их воздействия в комплексе.

Основные термины и определения в области безопасности ведения горных работ приведены ниже.

Авария - разрушение сооружений и (или) технических устройств, применяемых на опасном производственном объекте (ОПО), неконтролируемые взрыв и (или) выброс опасных веществ.

Анализ риска – процесс изучения природы и характера риска и определения уровня риска.

Анализ риска аварий - взаимосвязанная совокупность научно-технических методов исследования опасностей возникновения, развития и последствий возможных аварий для обеспечения промышленной безопасности ОПО.

Вероятность – мера возможности появления события, выражаемая действительным числом от 0 до 1, где 0 соответствует невозможному, а 1 – достоверному событию.

Взрыв - неконтролируемый быстропротекающий процесс выделения энергии, связанный с физическим, химическим или физико-химическим изменением состояния вещества, приводящий к резкому динамическому повышению давления или возникновению ударной волны, сопровождающийся образованием сжатых газов, способных привести к разрушительным последствиям.

Допустимый риск аварии - установленные либо полученные согласно формализованной установленной процедуре значения риска аварии на ОПО, превышение которых характеризует угрозу возникновения аварии.

Идентификация опасностей аварии - выявление источников возникновения аварий и определение соответствующих им типовых сценариев аварии.

Идентификация риска – процесс определения, составления перечня и описания элементов риска.

Источник риска – объект или деятельность, которые самостоятельно или в комбинации с другими обладают возможностью вызывать повышение риска.

Количественная оценка риска аварии - определение значений числовых характеристик случайной величины ущерба от аварии на ОПО.

Менеджмент риска – скоординированные действия по руководству и управлению организацией в области риска.

Опасное событие – событие, которое может причинить вред [4].

Опасность – источник потенциального вреда или ситуация с потенциальной возможностью нанесения вреда.

Опасность аварии - возможность причинения ущерба человеку, имуществу и (или) окружающей среде вследствие разрушения сооружений и (или) технических устройств, взрыва и (или) выброса опасных веществ на ОПО.

Особо опасные горно-геологические условия – условия, при которых производственные процессы и работы осуществляются под воздействием труднопрогнозируемых проявлений горно-геологических и газодинамических факторов, создающих угрозу для работников организаций по добыче угля и технологических процессов

Оценка риска – процесс, охватывающий идентификацию риска, анализ риска и сравнительную оценку риска.

Оценка риска аварии - определение качественных и (или) количественных характеристик опасности аварии.

Риск – следствие влияния неопределенности на достижение поставленных целей

Уровень риска – мера риска или комбинации нескольких видов риска, характеризуемая последствиями и их правдоподобностью/вероятностью.

Для оценки состояния охраны труда в угольной промышленности наибольшее распространение в международной практике получили следующие показатели:

1. Lost Time Injury Frequency Rate (LTIFR) – количество несчастных случаев с временной потерей трудоспособности в расчете на 1 млн. человеко-часов.

2. Fatal Injury Frequency Rate (FIFR) – численность работников, смертельно пострадавших на производстве, в расчете на 1 млн. человеко-часов.

3. Lost Time Injury Severity Rates (LTISR) – общее количество дней временной нетрудоспособности в расчете на 1 млн. человеко-часов.

Основными опасностями для работников при подземной угледобыче, приводящие к тяжелым и смертельным несчастным случаям, являются следующие:

- взрывы (горение, вспышки) газа и угольной пыли;
- подземные пожары;
- горные удары;
- внезапные выбросы угля, породы, газа;
- разрушение зданий, сооружений, технических устройств;
- объекты шахтного транспорта;
- воздействие электрического тока;
- машины и механизмы;
- падения;
- затопления горных выработок, прорыв воды, глины;
- обрушение горных пород, крепи;
- отравления, в результате воздействия химических веществ.

Развитые страны используют принципы управления рисками в основе действующих стандартов ведения горных работ. Многие источники указывают, что для эффективного использования системы оценки и управления рисками необходимо соблюдение культуры безопасности на предприятиях. Предприятия, в свою очередь, активно внедряют систему оценки и управления рисками, так как это дает конкурентное преимущество.

В 1991 году Советом Европейских сообществ была выпущена Директива о введении мер, содействующих улучшению безопасности и гигиены труда работников ЕС 89/391/ЕЕС (OSH «Framework Directive»). В данной Директиве были отражены требования по оценке и управлению рисками, предъявляемые к работодателю. В частности, работодатель должен осуществлять меры на основе следующих общих принципов:

- (a) избегания рисков;
- (b) оценки рисков, которые невозможно избежать;

(с) борьбы с рисками в источнике;

(d) обеспечения безопасных условий труда на рабочем месте.

Директива ЕС 89/391/ЕЕС применяется ко всем секторам деятельности и содержит общие принципы по предотвращению профессиональных рисков, устранению рисков аварий, информированию работников о рисках а так же их обучению.

В дальнейшем, аспекты оценки рисков были введены на законодательном уровне в ряде развитых странах. Были сформулированы требования к системе оценки и управления рисками на предприятиях по подземной добыче угля. Согласно этим требованиям, управление рисками должно начинаться на стратегическом этапе планирования предлагаемого проекта и продолжаться на протяжении всех этапов жизненного цикла. Все сотрудники, участвующие в проектах, должны быть осведомлены о возможных рисках на каждой стадии жизненного цикла проекта.

В соответствии с решением, принятым Административным советом МОТ на 292-ой сессии, с 8 по 13 мая 2006 года в Женеве состоялось Совещание экспертов по безопасности и гигиене труда в угольных шахтах. В ходе Совещания были разработаны и утверждены поправки в «Свод практических правил по безопасности и гигиене труда в угольных шахтах», содержащие требования к идентификации опасностей, оценке и управлению рисками и раскрывающие общие принципы процедуры оценки риска:

- работодатель обязан организовать систему по консультации с работниками и их представителями с целью выявления опасностей и оценки риска, а также внедрения мер контроля в следующем порядке: исключение риска, контроль источника риска, минимизация риска, использование средств индивидуальной защиты;

- работодатель должен разработать, внедрить и поддерживать документированные процедуры, чтобы гарантировать, что следующие действия имеют место: выявление опасных факторов, оценку риска, контроль рисков, процесс мониторинга и оценки эффективности этих мероприятий.

Указанные выше принципы являются базовыми и были отражены в национальных законодательных актах, направленных на повышение безопасности труда в организациях угольной промышленности.

С 1998 года в Германии, с целью защиты угледобывающих предприятий от убытков, был принят «Закон контроля и прозрачности в организациях» (KonTraG), который содержал требования по вопросам управления рисками. KonTraG является основой для повышения безопасности и гигиены труда и предусматривает следующие обязанности работодателей: сделать все возможное для предотвращения несчастных случаев на производстве, профессиональных заболеваний и профессиональных рисков для здоровья; способствовать восстановлению здоровья работников или оказывать финансовую компенсацию.

Внедрение и соблюдение KonTraG привело к снижению уровня аварийности в немецкой угольной промышленности. По данным «Немецкой фирмы социального страхования от несчастных случаев» (Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung) и «Немецкой ассоциации угля (Gesamtverband Steinkohle)» с 2006 года, показатель аварийности (несчастных случаев на 1 миллион отработанных часов) в угольной промышленности упал до значения 13,8, что оказалось ниже значений для коммерческого и промышленного сектора Германии в целом (17,9). По состоянию на май 2013 года число несчастных случаев составило 3,7 на 1 миллион рабочих часов.

«Закон о предотвращении профессиональных рисков» Испании является отражением Директивы ЕС 89/391/ЕЕС в национальном законодательстве. Закон содержит требования, согласно которому работодатели должны предотвращать профессиональные риски путем интеграции профилактических мер в общую систему менеджмента компании, а также путем принятия всех необходимых мер для защиты здоровья и безопасности работников. Чтобы добиться этого, работодатель должен иметь план по предотвращению аварийной ситуации, который включает в себя оценку риска аварий и планирование профилактических мероприятий для устранения или минимизации

этого риска. Помимо этого, в организациях по добыче угля учреждена должность Уполномоченного по управлению безопасностью, чьи функции схожи с функциями Уполномоченных по предупреждению аварий, предписанными Директивой ЕС 89/391/ЕЕС. В обязанности Уполномоченных входит профилактическая работа совместно с работодателем по обеспечению безопасности на рабочих местах, содействию сотрудничества работников и работодателя в отношении охраны труда и минимизации рисков, а также консультации с работодателем по вопросу реализации решений, которые потенциально оказывают влияние на безопасность и здоровье сотрудников.

Для обеспечения безопасности и охраны труда в горнодобывающей промышленности Польши были разработаны стратегии, согласно которым предписывается использование систем оценки профессионального риска. Проекты и мероприятия, реализуемые в рамках данных стратегий, предписывают: получение предприятиями сертификатов безопасности, назначение Уполномоченных по управлению безопасностью на каждом предприятии, создание специальных комитетов Государственного горного надзора по снижению рисков для обеспечения безопасности. Все мероприятия по обеспечению безопасности, оценке и управлению рисками, подготовке инженеров по охране труда и безопасности осуществляются согласно Директиве ЕС 89/391/ЕЕС.

В европейской практике не установлены единые требования к методике оценки рисков аварий и идентификации опасностей на рабочем месте. Европейское агентство по охране труда рекомендует группам по оценке рисков использовать контрольные опросные листы с дальнейшим составлением матрицы рисков и ранжированием рисков по степени опасности. Это позволяет ранжировать риски и сосредоточиться на наиболее опасных. Данная методика нашла широкое распространение на угледобывающих предприятиях Германии, Испании, Великобритании. В последнее время метод анализа Bow Tie Analysis (ВТА- «Анализ галстук-бабочка») обретает популярность при оценке и анализе рисков. Данный метод более детален, чем матрицы рисков и является графическим средством оценки, которое сосредоточено на выявлении конкретных причин и последствий нежелательных событий. Понимание конкретных сценариев развития аварийной ситуации способствует определению и принятию превентивных мер контроля.

Большого внимания в вопросах оценки и управления рисками заслуживает опыт Австралии, чье законодательство в области охраны здоровья и обеспечения безопасности в горной отрасли рассматривается как наиболее прогрессивное в мире. Законодательство основывается на принципах управления рисками, сохранения здоровья рабочих, обеспечения безопасности рабочих мест. Серия крупных аварий, произошедших в 1990-х годах, послужила толчком для перехода к «стимулирующему» законодательству, так как старая модель «предписывающего» законодательства не гарантировала, что соблюдение установленных норм способно предотвратить возникновение аварий.

Ключевым принципом современной системы обеспечения безопасности и охраны здоровья в Австралии является управление рисками, который предполагает: идентификацию потенциальных опасностей, оценку уровня риска, разработку и внедрение необходимых для снижения риска мер контроля, мониторинг эффективности принятых мер контроля, оценку и мониторинг остаточного риска.

Горнодобывающий сектор Австралии начал внедрять систему управления рисками в середине 1990-х годов после крупной аварии на шахте Моура. С 1994 по 1999 годы в различных штатах Австралии были выпущены руководства по управлению рисками, предполагающие реализацию процессов по предупреждению и предотвращению обстоятельств, которые могут привести к производственной травме или смерти. Эти руководства требуют выполнения оценки риска в той или иной форме на регулярной основе с целью предотвращения нежелательных явлений: самовозгорания угля, выбросов газа, подземных взрывов, затопления и обрушения горных выработок. Кроме того, руководство горнодобывающих компаний должно проходить сертификацию с целью подтверждения компетентности в вопросах управления рисками. Внедрение указанных

мер привело к снижению смертельных случаев в индустрии с 65 (в 1991-2000 гг.) до 20 (в 2001-2010 гг.) при условии роста объемов добычи.

Процесс управления рисками направлен на снижение вероятности возникновения аварийных ситуаций. В горной отрасли, для которой характерна вероятность возникновения аварийных ситуаций с большими человеческими потерями, нанесением ущерба природной среде, должен применяться обоснованный подход к процессу оценки рисков.

Управление рисками определяет, какие риски необходимо снизить в первую очередь и за счет чего, и какие риски необходимо непрерывно контролировать.

Основные этапы процесса управления рисками можно определить следующим образом:

Одной из важных задач является определение контекста риск-менеджмента – характеристик предпринимательской среды (совокупности внешних и внутренних факторов, в рамках которых будет проводиться процесс управления рисками).

Следующий шаг включает в себя определение потенциальных угроз, присущих какому-либо этапу технологического процесса ведения подземных работ в шахте. Результатом процесса выявления потенциальных угроз является создание всеобъемлющего перечня рисков для безопасности и здоровья сотрудников для каждого отдельного этапа ведения подземных работ. Создание точного и полного перечня потенциальных угроз является основой для будущего процесса управления рисками.

После завершения выявления всех потенциальных угроз и рисков для конкретного технологического процесса можно приступать к оценке рисков нанесения вреда здоровью и нарушения правил безопасности на предприятии, который должен включать оценку вероятности возникновения причины аварийной ситуации и нанесения вреда здоровью человека, а также степень тяжести вреда здоровью.

Австралийский стандарт по оценке рисков предполагает, что в процессе оценки рисков принимают участие не только специалисты по охране труда или внешние эксперты-консультанты, но также необходимо привлекать сотрудников или уполномоченных представителей, компетентных в соответствующих областях деятельности, где осуществляется процесс оценки и управления рисками. Помимо специалистов по охране труда рабочие группы должны состоять из представителей технологической службы, службы производственного контроля, эргономической, экономической, службы персонала, подрядных организаций и т.д.

В целях сбора и обмена знаниями по управлению рисками в горной промышленности Австралии, Центром обеспечения безопасности и здравоохранения в горнодобывающей промышленности Университета Квинсленда совместно с другими организациями в году была создана интерактивная онлайн-система RISKGATE. Основная цель данной системы – улучшение производительности труда и повышение безопасности в горнодобывающей индустрии посредством постоянного совершенствования системы управления рисками, в частности сбора и обмена информацией о передовом опыте в выявлении, оценке и управлении рисками на предприятиях.

Проект RISKGATE запущен в 2012 году и планируется его модернизация вплоть до 2016 года. Основные партнеры проекта – компании BMA / BHP Billiton, Anglo American, Centennial Coal, Peabody Energy, Rio Tinto, Xstrata, Continental Coal Springvale и др. В работе над совершенствованием системы постоянно участвуют ученые, эксперты и представители горнодобывающих предприятий. Кроме того, с помощью данной системы возможно проведение анализа сценариев уже произошедших аварий и инцидентов, с целью предотвращения совершенных прежде ошибок.

Миссией создания данного ресурса является сосредоточение главного внимания на системе производственного контроля, при помощи которого можно достичь приемлемого уровня рисков.

В основу этой системы заложено определение и идентификация ключевых инициирующих событий (когда контроль над аварийной ситуацией потерян) и создание перечня причин и мероприятий по контролю каждого инициирующего события.

В основе работы системы RISKGATE лежит использование модели ВТА, так как она является наиболее наглядной и позволяет системно изучать сценарии нежелательных событий и проводить тщательный анализ элементов их контроля для их предотвращения или смягчения. Кроме того, данный метод прост для понимания и может быть наглядно представлен для широкой аудитории среди работников промышленности (рис.1).



В США, также как и в Австралии и других странах, осуществляется переход к «стимулирующей» модели законодательства в области обеспечения безопасности труда и охраны здоровья рабочих горнодобывающего сектора, так как соблюдение установленных нормативных правил не всегда способны предотвратить опасность. С этой целью внедряется система MHRA (Major Hazard Risk Assessment – Оценка рисков основных опасностей), основной задачей которых является предотвращения аварий и случаев травмирования шахтеров.

Система MHRA показала высокую эффективность в атомной и нефтехимической отраслях США, где она используется для оценки рисков и определения предупредительных мер для управления рисками. Преимуществами данной системы являются: 1. Установление четких направлений для решения задач. 2. Сосредоточение внимания на приоритетных проблемах. 3. Возможность формировать группы экспертов из квалифицированных работников. Группа экспертов MHRA анализирует риски и передает свои выводы руководству в виде плана действий. Для оценки риска нежелательных событий используются методы WRAC (Workplace risk assessment and control), PHA (Preliminary hazard analysis) и ВТА (Bow tie analysis).

Использование систем оценки и управления рисками в угледобывающей промышленности в странах Азии, по оценке экспертов, происходит в недостаточной мере. Однако стоит отметить опыт китайской компании Shenhua Group, которая успешно внедряет элементы системы оценки рисков, получая при этом положительный эффект. Компания Shenhua Group является самым крупным производителем угля в Китае. В 2011

году разработанные компанией стандарты безопасности были рассмотрены правительством и приняты к использованию во всей угледобывающей отрасли Китая.

Стандарты, разработанные Shenhua Group, основываются на управлении и контроле источников скрытых опасностей и комплексной оценке рисков. Это позволяет заранее выявить все риски и взять их под контроль. Система управления рисками Shenhua Group выполняет следующие функции: определение источников опасности, оценка рисков, управление рисками, мониторинг источников опасности, предотвращение проявления источников опасности. Для удобства использования системой управления рисками компанией был разработан программный интерфейс, с помощью которого каждое заинтересованное лицо на шахте сможет получить к ней доступ. Система предупреждает об опасности заранее.

На предприятиях компании широко используют компьютерные технологии для управления различными процессами и мониторинга состояния рабочей среды, благодаря чему, система управления рисками может заранее предупреждать об опасности. Кроме того, на шахтах компании Shenhua Group организованы тренировочные центры, моделирующие производственную среду и различные аварийные ситуации. В результате внедрения указанных мер за последние 5 лет число смертельных случаев при ведении работ уменьшилось на порядок.

Во многих странах разрабатываются новые методики оценки и управления рисками возникновения аварийных ситуаций и несчастных случаев на предприятиях по добыче угля. Во многих методиках используется метод ВТА, к примеру: в методе анализа рисков несчастных случаев при использовании шахтного транспорта, в исследовании системы оценки рисков аварий в эвакуационных путях шахт, при разработке метода оценки рисков нарушения устойчивости бортов карьеров и др.

Большое число исследований по разработке новых методик оценки и управления рисками проводятся в Польше. В частности ведутся работы над системами оценки рисков взрыва метана и потери устойчивости кровли в лаве, а так же над системами управления специфическими рисками, связанными с подземной газификацией угля.

В настоящее время в ряде российских компаний также осуществляется переход к методам управления, основанным на анализе и оценке риска. Так, для выявления качественных и количественных показателей опасности аварий АО «СУЭК» использует для каждой из шахт метод учета экспертных оценок по различным показателям контроля опасности аварий, учитывающим:

- производительность шахты;
- категорию шахты по метану;
- количество произошедших аварий;
- эндогенную пожароопасность;
- обеспеченность шахты воздухом;
- дегазационные мероприятия;
- показатели проветривания;
- мероприятия по аэрогазовому контролю и обеспыливанию;
- системы пылевзрывозащиты;
- склонность шахты к горным ударам, выдавливанию угля, внезапным выбросам, прорывам метана.

Для повышения безопасности угольных шахт и минимизации рисков АО «СУЭК» проводит мероприятия по модернизации систем вентиляции шахт, управлению газовыделением на выемочных участках с использованием средств дегазации, внедрению механизированных способов осланцевания выработок для борьбы со взрывами угольной пыли, прогнозированию горных ударов и внезапных выбросов угля и газа в горных выработках шахт для предупреждения газодинамических явлений, а также обеспечению функциональной деятельности информационных аналитических центров.

В АО СУЭК создано единое информационное пространство за счёт функционирования на предприятиях аналитических-диспетчерских центров. В эти центры

поступает информация от различных систем безопасности, обеспечивающих организацию и осуществление безопасного ведения горных работ, контроль и управление технологическими и производственными процессами в нормальных и аварийных условиях.

В рамках организации и осуществления безопасности ведения горных работ, контроля и управления технологическими и производственными процессами в нормальных и аварийных условиях МФСБ обеспечивают:

- оперативный контроль соответствия технологических процессов заданным параметрам;
- мониторинг и предупреждение условий возникновения опасности геодинамического, аэрологического и техногенного характера;
- прогнозирование развития ситуации на основе анализа поступающей информации;
- оповещение и управление персоналом при авариях и инцидентах;

Создание единых диспетчерских ситуационных центров повышает уровень противоаварийной устойчивости за счёт постоянного контроля и управления.

Политика в области охраны труда и промышленной безопасности группы компаний «Северсталь» также направлена на выявление опасностей, оценку рисков и снижение их возможных последствий.

На шахтах АО «Воркутауголь» для оценки рисков используется метод экспертных оценок. Для контроля опасных факторов в данной компании внедрены следующие системы предупреждения рисков и анализа состояния промышленной безопасности:

1. Система газоаналитическая шахтная многофункциональная «Микон 1Р». Область применения системы - подземные выработки шахт и рудников, в том числе опасные по газу, пыли и внезапным выбросам.

2. Система автоматизации дегазации на базе технических средств аппаратуры «КРУГ». Система осуществляет централизованный контроль работы дегазационных систем, в том числе контроль температуры воздуха в дегазационном трубопроводе, контроль абсолютного и дифференциального давления, расход метана и газозооушной смеси.

3. Для контроля запыленности и контроля пылевой обстановки помимо приборов ИЗСТ и датчиков запыленности используют прямое увлажнение, орошение (с применением смачивателя), осланцевание выработок, установка водных и тканевых завес. Регулярно ВГСЧ производится отбор проб угольной пыли для лабораторного анализа на слеживаемость.

4. На шахтах для пылевзрывозащиты применяются водяные и автоматизированные системы пылевзрывозащиты: водяные заслоны (жесткие и пленочные) и автоматические системы взрывоподавления – локализации взрывов АСВП-ЛВ.1М.

5. Шахтная система геодинамического и сейсмического контроля осуществляет региональный прогноз зон активации геомеханических процессов при ведении горных работ на угольных пластах, склонных к проявлениям горных ударов, осуществляет региональный и локальный контроль горных ударов и внезапных выбросов.

Реализуются меры по совершенствованию схем проветривания выемочных участков, по дегазации, по борьбе со взрывами угольной пыли, по борьбе с горными ударами и газовыми выбросами, по борьбе с прорывами воды из старых шахт. В АО «Воркутауголь» ведутся работы по внедрению единой многофункциональной системы безопасности, ведущей объективный контроль над указанными источниками опасности.

Специалисты компании ЕВРАЗ для оценки риска аварий предлагают использовать метод учета экспертных оценок по показателям, описывающим вентиляцию, категорию шахты по метану, удароопасность, выбросоопасность, эндогенную пожароопасность, риск прорыва воды, запыленность.

АО «НЦ ВостНИИ», одной из главных целей которого является обеспечение стабильности функционирования системы промышленной безопасности и охраны труда в угольной отрасли, предполагает, что поскольку любой сценарий развития аварии начинается с некоего иницирующего события, то составив дерево событий, приводящих к аварии, можно говорить о вероятности развития данного сценария. Причем, необходимо провести оценку вероятности возникновения каждого из элементов, основываясь на анализе аварий, инцидентов, экспертных оценках, оценки событий на аналогичных объектах.

Контрольные вопросы

1. Как Вы понимаете термин тонна нефтяного эквивалента?
2. Какие страны являются лидерами по объему добычи угля в мире?
3. Как Вы понимаете термин «авария» применительно к объекту ведения горных работ?
4. Какой принцип заложен в модель «галстук-бабочка»?
5. Какие этапы включает в себя процедура оценки риска?
6. Как Вы понимаете термин «опасность»?
7. Что представляет собой показатель LTIFR?
8. Перечислите основные опасности для работников при подземной угледобыче, приводящие к тяжелым и смертельным несчастным случаям.
9. Что понимается под аббревиатурой MIRA и в каких странах применяется данный подход?
10. Назовите основные мероприятия, которые внедряются на российских и зарубежных предприятиях и направлены на повышение безопасности подземной угледобычи.

Лекция «Современные системы управления охраной труда» состоит из трех разделов:

Раздел №1. «Системы управления охраной труда как инструмент постоянного совершенствования».

Основными предпосылками интенсивного развития системного подхода к управлению охраной труда явились:

- глобализация и либерализация экономики;
- увеличение количества несчастных случаев и профессиональных заболеваний и, как следствие, рост экономических затрат и снижение конкурентоспособности продукции на рынке;
- неэффективность командно-административной модели управления производством, особенно для малых и средних предприятий;
- необходимость координации всех аспектов деятельности организации на системной основе.

Принципы, заложенные в известном цикле Деминга, который лежит в основе всех современных систем управления имеют аббревиатуру PDCA (Plan – планируй; Do – делай, выполняй; Check – контролируй, проверяй; Act – действуй, совершенствуй).

Первые системы управления, отраженные в стандартах международной организации по стандартизации ИСО (ISO), относились к области качества продукции (стандарты ИСО серии 9000 были выпущены в конце 80-х годов). Появившись в середине 90-х годов, международные стандарты ИСО серии 14000 охватили сферу экологического менеджмента. В 1999 году появилась спецификация OHSAS 18001:1999, которая содержала модель системы управления охраны здоровья и безопасности труда. В 2001 году Международная организация труда (МОТ) выпустила Руководство по системам управления охраной труда МОТ-СУОТ-2001 (ILO-OSH-2001), а в 2007 году появилась

новая версия документа OHSAS (стандарт OHSAS 18001:2007), которая во многом сходна с руководством MOT-СУОТ-2001.

Необходимость внедрения разнообразных систем управления на уровне организации продиктовано как рыночными соображениями (повысив эффективность управления, снизить издержки и увеличить прибыль), так и социальными целями (повысить удовлетворенность потребителей продукции, снизить техногенную нагрузку на окружающую среду, улучшить состояние условий и охраны труда работников). Принципы системного подхода к управлению оказываются одинаковыми для всех объектов управления (качество продукции, экология, охрана труда). Характерной чертой всех современных систем управления является также принцип непрерывного совершенствования (улучшения) системы, ориентированной на достижение конкретных целей.

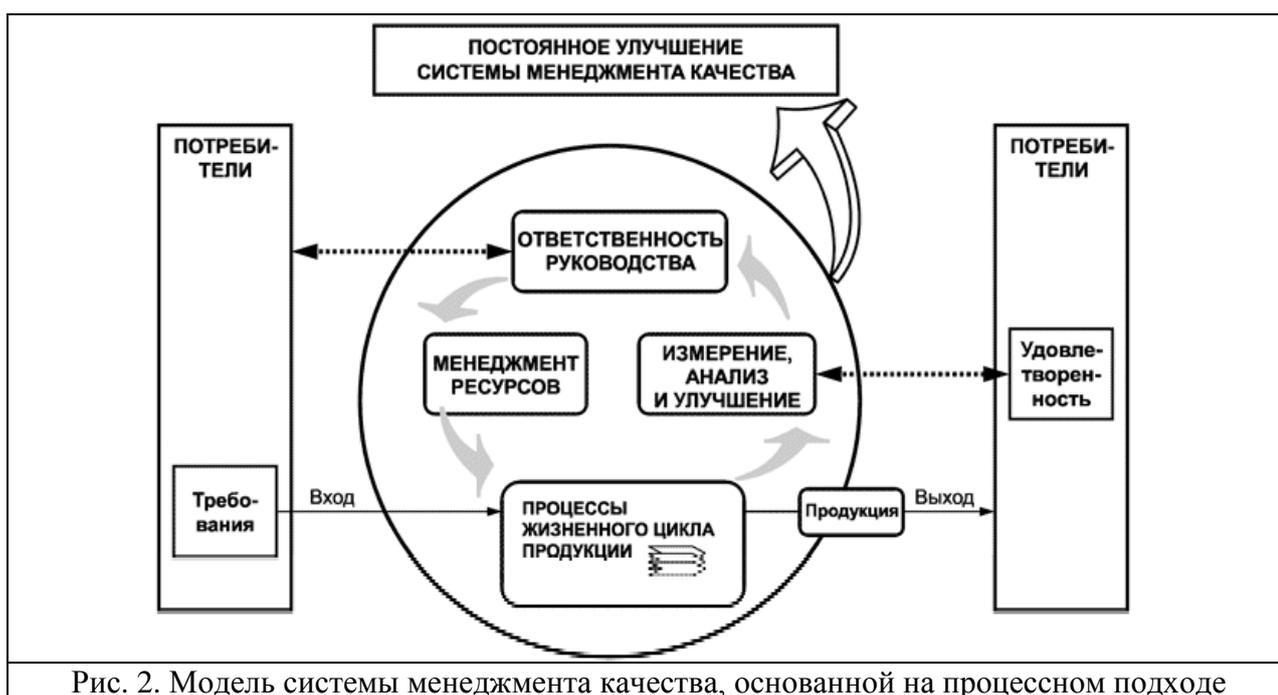


Рис. 2. Модель системы менеджмента качества, основанной на процессном подходе

Систематическое определение и управление взаимодействующих процессов, применяемых организацией, могут рассматриваться как «процессный» подход. Например, целью внедрения систем управления качеством (рис.2) является удовлетворенность потребителя продукцией [3.1].

Формирование и взаимодействие элементов любой системы управления, в том числе охраной труда и промышленной безопасностью, должно отвечать принципам системного подхода (табл.1).

Таблица 1- Принципы системного подхода

Признак системы	Описание
Целостность	Система – целостная совокупность элементов, взаимодействующих друг с другом. Эти элементы существуют лишь в системе, а вне её – это лишь объекты, обладающие потенциальной способностью образовываться в систему. Элементы системы обязательно должны быть совместимыми друг с другом

Связи	Между элементами системы имеются связи, которые определяют целостные свойства системы. Эти связи могут быть вещественными, финансовыми, информационными и др. Связи между элементами внутри системы должны быть более сильными, чем связи отдельных элементов с внешней средой, иначе система не сможет существовать.
Организация	Для формирования системы необходимо сформировать упорядоченные связи, т.е. организацию системы, например, по иерархическому признаку
Интегративные качества	Означает наличие у системы качеств, присущих системе в целом, но не свойственных ни одному из её элементов в отдельности.
Создание и поддержание в рабочем состоянии	«Создание» означает некий постоянный уровень на котором система демонстрирует свои качества. «Поддержание в рабочем состоянии» означает, что созданная система продолжает функционировать и выполнять своё назначение.

Признак системы

Описание

Целостность Система – целостная совокупность элементов, взаимодействующих друг с другом. Эти элементы существуют лишь в системе, а вне её – это лишь объекты, обладающие потенциальной способностью образовываться в систему. Элементы системы обязательно должны быть совместимыми друг с другом

Связи Между элементами системы имеются связи, которые определяют целостные свойства системы. Эти связи могут быть вещественными, финансовыми, информационными и др. Связи между элементами внутри системы должны быть более сильными, чем связи отдельных элементов с внешней средой, иначе система не сможет существовать.

Организация Для формирования системы необходимо сформировать упорядоченные связи, т.е. организацию системы, например, по иерархическому признаку

Интегративные качества Означает наличие у системы качеств, присущих системе в целом, но не свойственных ни одному из её элементов в отдельности.

Создание и поддержание в рабочем состоянии «Создание» означает некий постоянный уровень на котором система демонстрирует свои качества. «Поддержание в рабочем состоянии» означает, что созданная система продолжает функционировать и выполнять своё назначение.

Необходимость внедрения разнообразных систем управления на уровне организации продиктовано как рыночными соображениями (повысив эффективность управления, снизить издержки и увеличить прибыль), так и социальными целями (повысить удовлетворенность потребителей продукции, снизить техногенную нагрузку на окружающую среду, улучшить состояние условий и охраны труда работников). Принципы системного подхода к управлению оказываются одинаковыми для всех объектов управления (качество продукции, экология, охрана труда). Характерной чертой всех современных систем управления является также принцип непрерывного совершенствования (улучшения) системы, ориентированной на достижение конкретных целей.

Применение системного подхода в области охраны труда, наряду с внедрением новой техники, новых технологий и продвижением культуры охраны труда, является действенным методом снижения уровня производственного травматизма и профессиональной заболеваемости. Данный комплексный подход может быть проиллюстрирован графической зависимостью, предложенной Международной организацией труда (МОТ), и носящей качественный характер (рис. 3). Улучшение

технологий вкупе с применением эффективных систем управления обеспечивают существенное снижение уровня производственного травматизма, однако дальнейшее качественное изменение ситуации от достигнутого уровня может дать только продвижение культуры охраны труда, нацеленной на профилактику несчастных случаев и профессиональных заболеваний.

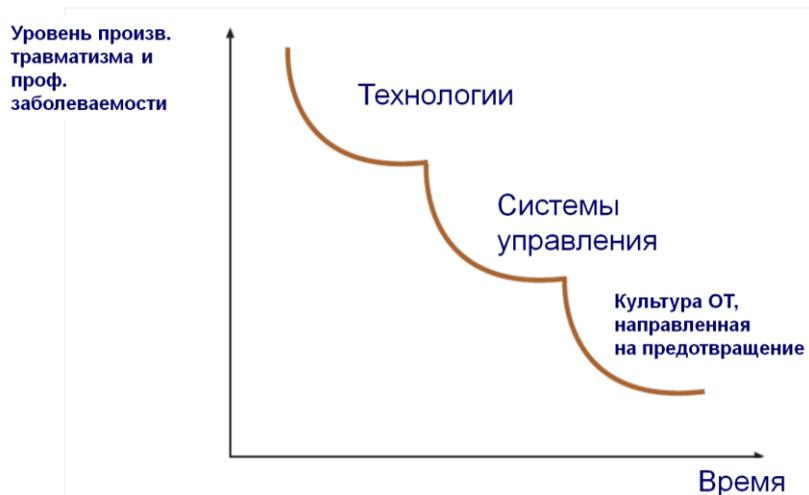


Рис. 3. Комплексный подход к снижению производственного травматизма

Раздел №2. «Реализация системного подхода в управлении охраной труда на национальном уровне (в зависимости от стран, которые представлены слушателями)».

На примере отдельной страны рассматривается нормативно-правовая документация национальной программы охраны труда и здоровья на текущий и плановый период. Выделяются основные показатели охраны труда на производстве и оцениваются цели и задачи на плановый период.

Основными направлениями государственной политики в области охраны труда, в соответствии со статьей 210 Трудового кодекса РФ, являются:

- обеспечение приоритета сохранения жизни и здоровья работников;
- принятие и реализация федеральных законов и иных нормативных правовых актов Российской Федерации, законов и иных нормативных правовых актов субъектов Российской Федерации в области охраны труда, а также федеральных целевых, ведомственных целевых и территориальных целевых программ улучшения условий и охраны труда;
- государственное управление охраной труда;
- федеральный государственный надзор за соблюдением трудового законодательства и иных нормативных правовых актов, содержащих нормы трудового права, включающий в себя проведение проверок соблюдения государственных нормативных требований охраны труда;
- государственная экспертиза условий труда;
- установление порядка проведения специальной оценки условий труда (СОУТ) и экспертизы качества проведения специальной оценки условий труда;
- содействие общественному контролю за соблюдением прав и законных интересов работников в области охраны труда;
- профилактика несчастных случаев и повреждения здоровья работников;
- расследование и учет несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний;
- защита законных интересов работников, пострадавших от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний, а также членов их семей на основе обязательного социального страхования работников от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний;

- установление гарантий и компенсаций за работу с вредными и (или) опасными условиями труда;
- координация деятельности в области охраны труда, охраны окружающей среды и других видов экономической и социальной деятельности;
- распространение передового отечественного и зарубежного опыта работы по улучшению условий и охраны труда;
- участие государства в финансировании мероприятий по охране труда;
- подготовка специалистов по охране труда и их дополнительное профессиональное образование;
- организация государственной статистической отчетности об условиях труда, а также о производственном травматизме, профессиональной заболеваемости и об их материальных последствиях;
- обеспечение функционирования единой информационной системы охраны труда;
- международное сотрудничество в области охраны труда;
- проведение эффективной налоговой политики, стимулирующей создание безопасных условий труда, разработку и внедрение безопасных техники и технологий, производство средств индивидуальной и коллективной защиты работников;
- установление порядка обеспечения работников средствами индивидуальной и коллективной защиты, а также санитарно-бытовыми помещениями и устройствами, лечебно-профилактическими средствами за счет средств работодателей.

Реализация основных направлений государственной политики в области охраны труда обеспечивается согласованными действиями органов государственной власти Российской Федерации, органов государственной власти субъектов Российской Федерации и органов местного самоуправления, работодателей, объединений работодателей, а также профессиональных союзов, их объединений и иных уполномоченных работниками представительных органов по вопросам охраны труда.

Раздел №3. «VisionZero» (Нулевой травматизм) – новый подход к охране труда».

Рассматривается разработанная Международной ассоциацией социального обеспечения (МАСО) концепция VisionZero или «Нулевой травматизм». Концепция включает 7 «золотых правил» профилактики по трем основным аспектам трудовой деятельности всех уровней: безопасности, здоровья и благополучия.

За последнее десятилетие все более широкое распространение в российских и зарубежных организациях получают программы «нулевого уровня травматизма» (или «ноль травм на производстве»), которые в долгосрочной перспективе ставят целью снижения показателей производственного травматизма до минимального (в идеале – нулевого) уровня. При этом подразумевается, что все несчастные случаи на производстве не сокрываются, а подлежат расследованию и учету. В настоящее время концепция нулевого травматизма активно внедряется во многих зарубежных странах, например, в Дании, Норвегии, Финляндии, Швейцарии, Нидерландах, Германии, Великобритании, Южной Кореи, Австралии.

Программы нулевого травматизма («Zero accident») вводятся в действие на предприятиях, где разработана, внедрена и (главное) эффективно функционирует система управления охраной труда, как один из элементов системы управления бизнесом в целом. Наличие такой системы всегда говорит об устойчивом развитии предприятия, о том, что предприятие заинтересовано в сохранении кадрового потенциала, и, следовательно, готово инвестировать финансовые ресурсы в обучение специалистов, в модернизацию производства, в охрану труда.

Европейское агентство по охране труда (EU OSHA) в начале 2000-х годов провело исследование о возможности разработки и внедрения программ нулевого травматизма на 11 крупных европейских компаниях. Выяснилось, что именно СУОТ, отвечающая

приведенным ниже требованиям, является той базой, на которой в принципе возможно введение в действие программ «ноль травм на рабочем месте»:

- инициализация (входные условия): приверженность руководства, выделение ресурсов, соответствие национальным требованиям охраны труда, вовлеченность работников;

- разработка и внедрение (процесс): установление целей, измеримые показатели результативности процессов, оценка и анализ рисков, планирование и развитие системы, локальные инструкции и правила по охране труда;

- результаты (выходные данные): достижение поставленных целей, уровень травматизма и заболеваемости в сравнении с другими подобными организациями отрасли, уровень производительности труда и качества продукции, общий уровень развития организации;

- оценка эффективности (обратная связь в рамках СУОТ): система оперативного обмена информации по вопросам СУОТ, система аудита системы, включая оценку и анализ причин несчастных случаев;

- непрерывное улучшение и интеграция (открытые элементы системы): процессы, обеспечивающие непрерывное улучшение, регулярный анализ системы руководством организации, интеграция СУОТ в общую систему управления организацией и в другие системы управления, действующие в организации.

Немаловажным фактором успеха внедрения подобных программ на предприятиях является отражение принципа нулевого травматизма в национальных стратегиях и программах по охране труда.

Предупреждение окупается: руководящие принципы для профилактики повреждения здоровья

Управление любым предприятием должно осуществляться так, чтобы:

- использовать все необходимые средства для профилактики несчастных случаев в школах, на рабочем месте и по пути на работу или с работы, профессиональных заболеваний и связанных с работой рисков повреждения здоровья (Vision Zero)

- предпринимать меры, направленные на укрепление здоровья, способствующие социальной и экономической продуктивности работников, вне зависимости от их личных способностей

- повышать качество и производительность труда за счет безопасности и гигиены труда на производстве

Как действующие в соответствии с законодательством организации страхования от несчастных случаев, мы обязуемся соблюдать следующие руководящие принципы для обеспечения профилактики. Мы объединяем эти руководящие принципы с целями. Мы будем регулярно отчитываться о ходе работы по достижению этих целей.

1. Мы выступаем в качестве консультантов и поставщиков услуг в партнерстве с компаниями, учебными заведениями, застрахованными лицами и лицами, выполняющими общественную работу.

Таким образом, мы способствуем развитию навыков наших сотрудников с помощью специализированных методов подготовки. Мы разрабатываем интеллектуальные, технические и организационные решения, которые в процессе их использования в разных целевых группах постоянно совершенствуются.

2. Мы используем все средства для поддержки и оценки безопасных и здоровых условий труда на предприятиях и в учебных заведениях, а также осуществляем мониторинг профилактической деятельности.

Таким образом, мы оказываем адресную помощь предприятиям при выполнении и документировании оценки риска, который является основным инструментом профилактики. Мы содействуем непрерывному совершенствованию качества оценки рисков и повышению качества реализации мероприятий, направленных на управление рисками.

3. Путем реализации профилактических мер, начиная с детских дошкольных учреждений и школ, мы гарантируем безопасность и здоровье застрахованных лиц. Вместе с тем, мы способствуем повышению информированности детей, подростков и молодежи по вопросам безопасности и здоровья.

Тем самым, мы внедряем различные модели, такие как "хорошие и здоровые школы", и постоянно их совершенствуем. Мы обучаем педагогический и медицинский персонал по вопросам безопасности и здоровья.

4. Безопасность и здоровье должны быть интегрированы в обучение в профессионально-технических колледжах и высших учебных заведениях.

Таким образом, мы будем развивать наш диалог с Ассоциацией университетов министерств образования и культуры для того, чтобы сделать промышленные безопасность и здоровье постоянными элементами образовательных программ. Мы оказываем содействие преподавательскому составу в области интеграции безопасности и гигиене труда в обучение. В профессионально-технических колледжах мы будем продолжать компанию "Опыт молодежи".

5. В рамках Единой стратегии Германии в области охраной труда, организации страхования от несчастных случаев работают бок обок и на равных с немецкими национальными и региональными администрациями, а также сотрудничают с другими учреждениями социального обеспечения и другими органами, ответственными за школы и занятость.

Таким образом, мы будем стремиться к тому, чтобы цели Единой стратегии Германии в области охраной труда отражали первоочередное значение профилактической деятельности.

6. Через всестороннее участие работодателей и работников в саморегулируемых органах управления, мы обеспечиваем соблюдение отраслевой специфики и географическую доступность для организаций, персонала и других застрахованных лиц.

Таким образом, открываем доступные информационные ресурсы для предприятий и учебных заведений. Помимо этого, мы будем продолжать нашу работу по привлечению представителей предприятий/работодателей, работников и советов трудовых коллективов, а также других заинтересованных объединений на уровне предприятия в профилактическую работу организаций страхования от несчастных случаев.

7. Благодаря нашей профилактической работе мы способствуем не только устойчивому сохранению здоровья сотрудников, но и процессу создания системы ценностей в рамках предприятий.

Таким образом, мы постоянно собираем примеры передовой практики в рамках программы «Профилактика окупается», и распространяем его в других организациях. Наши методы профилактической работы являются объектами непрерывного совершенствования. Кроме того, мы постоянно пересматриваем, пересматриваем и оптимизируем методы дальнейшего обучения целевых групп на предприятиях.

8. С помощью массовых мероприятий, общественно-информационной работы и финансового стимулирования мы способствуем инвестициям, мерам и деятельности, связанным с обеспечением безопасности и здоровья.

Таким образом, мы будем и впредь поощрять и развивать профилактические кампании, которые оказались действенным инструментом профилактики. Кроме того, мы будем расширить нашу систему стимулирования профилактики травматизма и заболеваемости.

9. Будучи самым крупным негосударственным поставщиком образовательных услуг и подготовки кадров, мы мотивируем и повышаем квалификацию более чем 400 000 распространителей информации в год. Следовательно, мы гарантируем, что вопросы безопасности и здоровья в области образования, обучения и производства находятся в руках людей, обладающих соответствующими навыками современной экспертизы, а также методической подготовкой и социальными навыками.

Таким образом, мы будем повышать гарантии качество методов обучения, в частности при помощи созданной ассоциации качества. Обеспечение качества в данном контексте включает в себя планирование и проведение учебных мероприятий и обеспечение их соответствия практике конкретных предприятий.

10. С помощью внутренних исследований, исследований, проведенных сторонними организациями в качестве спонсорской помощи, а также при помощи оценки и контроля качества, мы гарантируем постоянное развитие всех профилактических услуг.

Таким образом, мы укрепляем институты DGUV и ее членов, и будем продолжать развивать и расширять финансирование научных исследований. Кроме того, мы внедряем результаты проекта "Качество предотвращения".

11. Мы участвуем в разработке превентивных программ на национальном, европейском и международном уровне, особенно на стадии их тестирования, сертификации и стандартизации.

Таким образом, мы будем продолжать нашу совместную деятельность с международными партнерами, для того, чтобы стандарты безопасности и гигиены труда, которые будут разработаны по всему миру по аналогии с тем, что есть в ЕС, и тем самым способствовать тому, чтобы мир труда стал более гуманным, а конкуренция более справедливой. В этом контексте мы также поддерживаем работу Международной Ассоциации Студенческих Организаций и принимаем активное участие в заседании ее комитетов, в особенности в заседании секций, занимающихся вопросами профилактики и предотвращения.

Контрольные вопросы

1. Назовите основные документы, входящие в систему нормативных правовых актов, содержащих государственные нормативные требования ОТ и кем они разрабатываются?

2. Какие стадии комплексного подхода к снижению уровня производственного травматизма и профессиональной заболеваемости определяет Международная организация труда?

3. Что включает в себя стратегия предотвращения несчастных случаев?

4. Что входит в функции управления ОТ в организации?

5. Основные участники согласованных действий по повышению культуры профилактики в области безопасности и гигиены труда?

6. Назовите реактивные индикаторы системы управления охраны труда.

7. Что предусматривает концепция "Нулевого травматизма"?

8. Какой номер носят Международные стандарты в области качества, охраны окружающей среды и безопасности труда?

9. Назовите наиболее эффективную систему контроля предприятия, согласно принципам системы управления охраной труда?

10. Приведите примерами "опасных" отраслей с точки зрения системы управления охраной труда?

11. Что, согласно принципам системы управления охраной труда, наиболее выгодно с экономической точки зрения для предприятия?

12. Что относится к принципам системы управления охраной труда?

13. Какие отношения предприятия с привлекаемыми подрядчиками предусматривает СУОТ?

14. Что означает понятие «обратная связь» в концепции управления?

15. Чем является Политика в области охраны труда организации?

16. Какие этапы можно выделить во внедрении системы управления охраны труда на предприятии (по ГОСТ 12.0.230-2007)?

17. Какие предпосылки к формированию системного подхода в охране труда?

18. Какой принцип заложен в основу всех современных систем управления?

19. Какой документ по системам управления охраной труда выпустила Международная организация труда (МОТ) в начале 2000-х годов?

20. Что является эффектом от внедрения СУОТ на предприятии?

«Многофункциональные системы безопасности»

Совершенствование технологии выемки полезных ископаемых, высокая концентрация горных работ, применение мощных, высокопроизводительных машин и механизмов ведет к увеличению неравномерности поступления в рабочую атмосферу шахты метана, угольной пыли и других вредных веществ, что способствует увеличению количества аварий в шахтах.

Высокая аварийность на угольных шахтах является одним из основных факторов, влияющих на увеличение издержек производства и себестоимость угля. Наибольшую опасность представляют аварии, вызванные взрывом метана и угольной пыли (около 20 % от общего количества). Несчастные случаи со смертельным исходом при этих авариях составляют 85–90 %. При взрывах в шахтах вероятность сохранить жизнь в 100 раз меньше, чем при авариях, связанных с механическими обрушениями. Все это делает функции автоматизированной газовой защиты (АГК) одними из наиболее важных в системах обеспечения шахтной безопасности и АСУТП шахты в целом. Мониторинг состояния шахтной атмосферы, замеры метана, оксида, диоксида углерода, газовых и аэрозольных (пылевых) составляющих рудничной атмосферы, аэродинамических параметров выработок, состояния вентиляционных сооружений и других параметров позволяют наиболее эффективно влиять на безопасность работы персонала и предприятия в целом. Именно широкое внедрение интегрированных систем мониторинга внесло решающий вклад в резкое снижение числа основных аварий в ведущих угледобывающих странах Европы.

Установка в шахтах современного оборудования, позволяющего обеспечить постоянный автоматический мониторинг параметров безопасности, является актуальной высокоприоритетной задачей для угольной промышленности РФ. При этом цель заключается в том, чтобы сделать использование такого оборудования обычной практикой работы угледобывающих предприятий.

Комплекс «Умная шахта» - это единая информационно-управляющая инфраструктура, предназначенная для мониторинга и управления любым технологическим оборудованием в шахте, обеспечения связи и сигнализации, наблюдения, оповещения и поиска людей, застигнутых аварией. На сегодняшний день комплекс «Умная шахта» включает в себя:

1. **Granch МИС** – многофункциональная измерительная система аэрогазового контроля, передачи информации и управления оборудованием, предназначенная для решения любых задач автоматизации в шахте. На базе Granch МИС созданы и успешно функционируют системы аэрогазового контроля, автоматизированного управления конвейерным транспортом, автоматизированного управления шахтовым водоотливом, управления энергоснабжением и др.

2. **Granch SBGPS** – система наблюдения, оповещения и поиска людей, застигнутых аварией. Система позволяет непрерывно наблюдать местоположение шахтера под землей с точностью ± 2 м, передает шахтеру команды и сигналы голосовыми фразами, оповещает об опасности и получает подтверждение, что сигнал не только принят, но и осознан, измеряет газовую обстановку вокруг каждого шахтера, и передает информацию о ней на пульт диспетчера, подсказывает человеку, находящемуся под землей, правильные действия в зависимости от ситуации.

3. **Granch SBAVS** – система громкоговорящей связи, оповещения и сигнализации. Система обеспечивает голосовую связь с диспетчером, или любым другим абонентом, группой абонентов, всеми абонентами, осуществляет предупредительную сигнализацию конвейерного транспорта, имеет функции аварийной остановки конвейера с индикацией номера сработавшего поста, выдает предупреждающий сигнал не только на стационарные

посты, но и на устройство оповещения, совмещенное с индивидуальным шахтовым светильником.

Система «Granch SBGPS» включает в себя оборудование, перечисленное ниже.

Наземное оборудование:

Сервер системы. Хранит все данные о системе и, включая маршруты передвижения шахтеров с регистрацией их действий, данные о газовой обстановке, данные о состоянии каждого компонента оборудования системы, в том числе, и активных устройств оповещения.

АРМ диспетчера. Служит для визуализации местоположения персонала в шахте, газовой обстановки, состояния оборудования, для оповещения и управления действиями персонала, для визуализации журнала событий в системе, как в графическом виде, так и в виде отчетов.

АРМ оператора ламповой. Используется для автоматизации выдачи устройств оповещения персоналу, автоматизации табельного учета, контроля состояния устройств оповещения.

Маршрутизатор. Является устройством коммутации и передачи данных между всеми компонентами наземного оборудования и подземным оборудованием.

Подземное оборудование:

Подземный маршрутизатор. Служит для коммутации и передачи данных, организации надежной подземной сети передачи данных, включая резервирование маршрутов, для связи с наземным оборудованием.

Базовая станция. Обеспечивает двустороннюю беспроводную связь с устройствами оповещения, а также резервный беспроводной канал сети передачи данных системы.

Устройство оповещения, совмещённое с индивидуальным светильником. Служит для передачи информации о местоположении шахтёра, для измерения газовой обстановки и сигнализации о превышения допустимого уровня метана, для голосового оповещения шахтера об опасных ситуациях, для связи с диспетчером.

Структура системы представлена на рис. 4.

1. Основой системы является инфраструктура базовых станций (БС), обеспечивающая непрерывную зону радиопокрытия вдоль всех выработок. На прямых участках базовые станции располагаются через каждые 200...500 м. Базовые станции по проводным соединениям подключаются к контроллерам базовых станций, образуя кластер. Максимальное удаление базовых станций от контроллера кластера составляет до 2,5 км при питании от контроллера и до 10 км при подключении базовых станций к дополнительным источникам питания. Система может иметь произвольное количество кластеров, а также использовать гибридный способ соединения (чередование проводного и беспроводного соединений), то есть покрывать любое количество горных выработок.

2. Электропитание базовых станций осуществляется искробезопасным напряжением от контроллеров кластера БС. БС также оснащены резервными аккумуляторами, обеспечивающими автономную работу не менее 24 часов. Исполнение базовых станций РО. Удаление БС от контроллера кластера до 2000 метров.

3. Контроллер кластера базовых станций питается искробезопасным напряжением 127 В. Исполнение РВ/РО.

4. Возможно применение беспроводных базовых станций-ретрансляторов с автономным электропитанием. Это позволяет развернуть или восстановить связь после аварии в кратчайшие сроки, например, при выполнении спасательных операций.

5. Оборудование личного состава.

5.1. Двухнаправленный радиопейджер. Устройство встроено в шахтовый индивидуальный головной светильник. Реализует следующие функции:

- передача набора речевых персональных команд и речевой команды общего оповещения;
- получение подтверждений о получении сигнала от каждого вызываемого;

- вызов со стороны шахтера «Мне нужна помощь»;
- определение и отслеживание местонахождения каждого человека на основе анализа информации об уровне сигнала относительно базовых станций (RSSI);
- табельный учет;
- контроль доступа в опасные помещения;
- защита от проезда места схода с ленты конвейера;
- контроль метана в месте нахождения человека (при наличии встроенного датчика);
- акустический сигнал, автоматически включающийся при пропадании связи с базовой станцией;
- голосовое меню и подсказки пользователю.

5.2. Микросотовый телефон. Обеспечивает двухстороннюю голосовую связь с любым абонентом телефонной сети предприятия.

5.3. Карманный микрокомпьютер (PDA). Обеспечивает двухстороннюю голосовую связь с любым абонентом телефонной сети, включая диспетчера, получение графической информации, управление любыми устройствами, включенными в систему Granch SM (WLAN).

5.4. Мобильная видеокамера. Обеспечивает передачу видеоизображения для проведения инспекций и поисковых операций, для контроля опасных механизмов и участков.

6. Для горноспасателей дополнительно предусмотрен индивидуальный биометрический контроль.

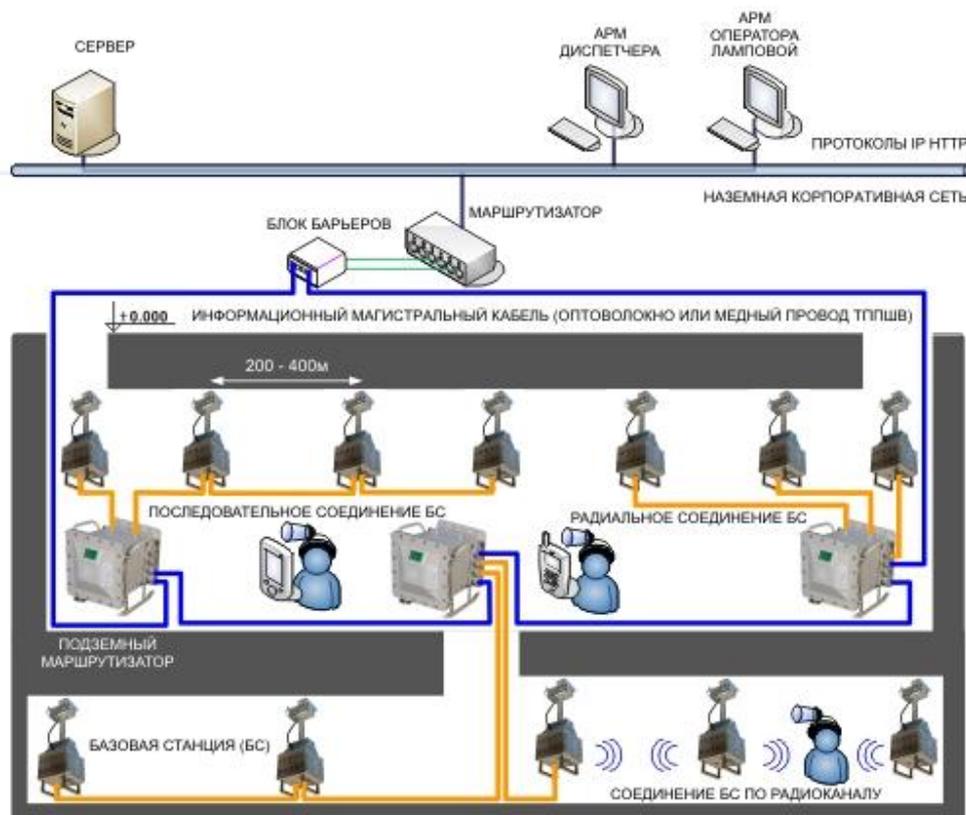


Рис. 4. Схема структуры системы «Granch SBGPS»

Применение беспроводной подсистемы комплекса «Умная шахта» позволяет:

Определить нахождение любого человека между базовыми станциями, измеряя уровень приема сигнала вдоль всех выработок. Точность определения координат местоположения человека не менее ± 2 м в любом месте предприятия, покрываемом сетью Granch SM WLAN.

Оповещения об авариях людей независимо от того, в каком месте шахты они находятся.

Оповещение происходит в любом месте предприятия, покрываемом сетью Granch SM WLAN. Причем происходит так называемая «гарантированная доставка» оповещения. То есть система требует подтверждения получения оповещения от каждого абонента. Подтверждение происходит на двух уровнях. Первый уровень - автоматический, на уровне аппаратуры; он подтверждает исправность аппаратуры и ее нахождение в зоне приема, а также то, что сигнал оповещения получен. Второй уровень - субъективный; при этом человек, получивший сигнал оповещения, должен нажать на кнопку ответа на своем автономном аппарате, подтверждая получение сигнала оповещения, что отслеживается оператором на мониторе.

Осуществлять поиск людей, застигнутых аварией, в два этапа. Первый этап - прогнозирование координат местонахождения человека и его состояния на время начала спасательных работ; второй - непосредственно поиск человека с учетом этих прогнозов. Оба этапа спасения обеспечиваются заложенными в систему возможностями.

Система позволяет прогнозировать местонахождение людей после аварии и оптимизировать план их спасения. Точность определения - ± 2 м. Даже, если шахтёр работает на неохваченном сетью участке, система коммуникации всегда знает станцию, с которой шахтёр связывался в последний раз, и время, когда это было. Это позволяет предположить место, где он находится в настоящее время.

Поиск людей под завалами Granch SM WLAN оборудована двумя поисковыми системами - микроволновой и акустической. Микроволновая система поиска. Штатное приемопередающее устройство, имеющееся во всех абонентских устройствах, можно использовать для пеленгации местоположения человека под завалами. Завал, под которым обнаруживается человек с помощью данной системы поиска, по размерам сопоставим с завалами, диагностирование которых на присутствие людей осуществляется посредством других радиочастотных поисковых устройств. Для обнаружения пострадавшего достаточно иметь специальный приемник, в качестве которого может служить мобильная базовая станция спасателя.

Акустическая система поиска: приемопередающее устройство, расположенное в индивидуальном светильнике горнорабочего, оборудовано акустическим излучателем большой мощности, предназначенным для привлечения внимания шахтера к вызову диспетчера или сигналу оповещения об аварии. При аварийной ситуации это устройство без дополнительных действий владельца светильника переходит в режим маяка и посылает в окружающее пространство периодические мощные акустические сигналы, указывающие на местонахождение человека.

Прямая телефонная и дублирующая связь: в соответствии со своим основным назначением, система Granch SM WLAN является микросотовой высокоскоростной системой связи, обеспечивающей голосовую и высокоскоростную цифровую (телеметрическую) форму общения абонентов.

Возможность организации аварийной связи при спасательных работах: в случае обрыва проводов связи между базовыми станциями, они автоматически переходят на беспроводную связь с ближайшими доступными станциями. В случае разрушения всей аппаратуры вдоль выработки имеется возможность восстановить полноценное функционирование канала связи замещением вышедших из строя участков мобильными ретрансляторами с автономным питанием. Скорость восстановления равна скорости продвижения спасателей. При этом спасательное подразделение может быть оснащено специализированным телеметрическим оборудованием в соответствии с требованиями ПАСФ.

По аналогии с терминами, применяемыми в эксплуатационной документации на систему «SBGPS», в испытываемой Системе приняты условные обозначения:

«шахтер» - участник испытания с индивидуальным устройством оповещения,

«шахта» - зона контроля, находящаяся в коридоре первого этажа УЦ № 2 и аудитории 1116 университета.

Исходное состояние Системы перед испытаниями:

- пульт оператора и АРМ техобслуживания выключены;
- сервер выключен;
- все УО заряжены и выключены;
- контроллер кластера базовых станций (далее – контроллер) включен;
- точка доступа (базовая станция «SBGPS Master-01») включена;
- сетевой коммутатор включен;
- станции базовые (далее - станция) подключены к розеткам питания.

Порядок выполнения работы

№	Функционал	Ожидаемое поведение/результат
1	Включить контроллер в сеть электропитания	Контроллер находится в рабочем состоянии. Оценить его работу по панели индикации на передней крышке.
2	Установить выбранный комплект из 3-х станций на специальные передвижные платформы, вывезти их в коридор на места установки, подключить к соответствующей розетке коммутационной согласно МКВЕ.466452.011 С7 (1) «СПГГУ. Система беспроводной информационной инфраструктуры. Зона контроля. План расположения проводок и оборудования»	По световой индикации на станции базовой оценить ее запуск в работу согласно МКВЕ.468363.001 РЭ1 «Станция базовая «SBGPS MASTER-01». Руководство по эксплуатации».
3	Включить сервер соответствующей кнопкой на передней панели сервера	Сервер успешно запустился. Автоматически запустился сервис PostgreSQL server 8.4. Автоматически запустились следующие сервисы системы SBGPS: -«SBGPSGuiFrontendCommunicationServer»; - «SBGPSLightsCommunicationServer»; - «SBGPSPositioningServer»; - «Granch SBGPS - Сервер ламповой»; - «Granch SBGPS - Сервис шахты».
4	Включить Пульт оператора (моноблок)	На Пульте оператора установлены следующие компоненты Системы: ПО АРМ горного диспетчера, ПО АРМ кадрового учета. На рабочем столе компьютера «Пульт оператора» имеются ярлыки установленных компонент.
5	Включить АРМ техобслуживания УО	На АРМ техобслуживания УО установлены следующие компоненты Системы: - ПО приема-выдачи УО; - ПО АРМ техобслуживания УО. На рабочем столе компьютера «АРМ техобслуживания УО» имеются ярлыки установленных компонент.
6	Запустить ПО АРМ техобслуживания УО	- главная форма ПО АРМ техобслуживания УО успешно запустилась. - в ПО АРМ техобслуживания УО имеется 20 зарегистрированных УО.
7	Завершить работу ПО АРМ	- все окна ПО АРМ техобслуживания УО

	техобслуживания УО	закрылись. - в списке процессов на компьютере отсутствует процесс LampRoomTechnicianProgram.exe.
8	Запустить ПО АРМ кадрового учета	- главная форма ПО АРМ кадрового учета успешно запустилась; - в ПО АРМ кадрового учета отсутствуют зарегистрированные «шахтеры».
9	Добавить четырех «шахтеров» в ПО АРМ кадрового учета	- в системе зарегистрированы четыре «шахтера» (в списке «шахтеров» в ПО АРМ кадрового учета имеется четыре записи).
10	Отредактировать все данные у произвольно выбранного «шахтера» в ПО АРМ кадрового учета	- изменения данных о «шахтере» успешно сохранились в Системе.
11	Удалить произвольно выбранного «шахтера» в ПО АРМ кадрового учета	В системе зарегистрированы три «шахтера» (в списке шахтеров имеется три записи).
12	Завершить работу ПО АРМ кадрового учета	- все окна ПО АРМ кадрового учета закрылись; - в списке процессов на компьютере отсутствует процесс TimeAndLaborClient.exe.
13	Запустить ПО АРМ горного диспетчера	- главная форма ПО АРМ горного диспетчера успешно запустилась.
14	Выбрать режим работы «2D» в ПО АРМ горного диспетчера	- ПО АРМ горного диспетчера перешло в режим работы «2D»; - пользователю отображается мнемосхема «шахты» в двумерном режиме; - на мнемосхеме отображается карта «шахты»; - на мнемосхеме не отображаются индикаторы УО.
15	Запустить ПО приема-выдачи УО	- главная форма ПО приема-выдачи УО успешно запустилась.
16	Перевести приложение ПО приема-выдачи УО в режим работы «Выдача»	- приложение находится в режиме выдачи УО (в области режима работы выделено «ВЫДАЧА»).
17	Выдать трем «шахтерам» по индивидуальному УО	- индикаторы выданных УО не отображаются на мнемосхеме «шахты».
18	Включить выданные УО (3 шт.)	- в течение 5-и минут каждое включенное УО подаст сигнал «Есть связь»; - в течение 5-и минут на карте в ПО АРМ горного диспетчера появились 3 индикатора УО в форме сферы зеленого цвета; - на карте рядом с каждым индикатором отображается ФИО «шахтера». Местоположение индикаторов УО на карте соответствует реальному месторасположению «шахтеров» в «шахте».
19	Два «шахтера», получившие УО, должны переместиться в зоне наблюдения на 50 метров	- индикаторы фактически перемещенных УО перемещаются на мнемосхеме «шахты» в ПО АРМ горного диспетчера, перемещение индикатора соответствует фактическому перемещению «шахтера» в «шахте»;

		- индикаторы остальных выданных УО на мнемосхеме шахты не перемещаются.
20	Из ПО АРМ горного диспетчера отправить оповещение «Авария» произвольно выбранному «шахтеру» Х	- в течение 30 секунд УО «шахтера» Х подает голосовое сообщение «Авария, покиньте шахту!»; - индикатор УО «шахтера» Х на мнемосхеме меняет цвет на желтый; - на остальных УО оповещение не проигрывается, цвет индикаторов остальных УО остается зеленым.
21	«Шахтер» Х нажимает один раз кнопку на своем УО	- индикатор УО «шахтера» Х на мнемосхеме меняет цвет на синий; - цвет индикаторов остальных УО остается зеленым.
22	Подтвердить ответ «шахтера» в ПО АРМ горного диспетчера (нажатие на кнопку «Подтвердить» в панели инструментов)	- индикатор УО «шахтера» Х на мнемосхеме меняет цвет на зеленый; - цвет индикаторов остальных УО остается зеленым.
23	Из ПО АРМ горного диспетчера массово отправить оповещение «Авария» всем «шахтерам» в «шахте»	- в течение 30 секунд УО всех «шахтеров» подают голосовое сообщение «Авария, покиньте шахту!»; - индикаторы УО «шахтеров» на мнемосхеме меняют цвет на желтый.
24	«Шахтеры» нажимают один раз кнопку на своих УО	- индикаторы УО «шахтеров» на мнемосхеме шахты меняют цвет на синий.
25	Подтвердить ответ «шахтеров» в ПО АРМ горного диспетчера (нажатие на кнопку «Подтвердить» в панели инструментов)	- индикаторы УО «шахтеров» на мнемосхеме меняют цвет на зеленый.
26	Из ПО АРМ оператора системы отправить оповещение «Вызов от диспетчера» некоторому «шахтеру» Х	- в течение 30 секунд УО «шахтера» Х подает голосовое сообщение «Вызов диспетчера»; - индикатор УО «шахтера» Х на мнемосхеме меняет цвет на желтый; - на остальных УО голосовое сообщение не выдает, цвет индикаторов остальных УО остается зеленым.
27	«Шахтер» Х нажимает один раз кнопку на своем УО	- индикатор УО «шахтера» Х на мнемосхеме меняет цвет на синий; - цвет индикаторов остальных УО остается зеленым.
28	Подтвердить ответ шахтера в ПО АРМ оператора системы (нажатие на кнопку «Подтвердить» в панели инструментов).	- индикатор УО «шахтера» Х на мнемосхеме меняет цвет на зеленый.
29	Используя УО некоторого «шахтера» Х, осуществить вызов диспетчера (отправить сигнал о помощи)	- в течение 30 секунд индикатор УО «шахтера» Х на мнемосхеме «шахты» в ПО АРМ оператора системы поменял цвет на синий.
30	Подтвердить вызов от «шахтера» Х в ПО АРМ горного диспетчера	- в течение 30 секунд индикатор УО «шахтера» Х на мнемосхеме «шахты» в ПО АРМ горного диспетчера поменял цвет на зеленый.

31	Выключить 3 УО, находящиеся в «шахте»	- через 3,5 минуты индикаторы данных УО в ПО АРМ горного диспетчера меняют цвет на красный.
32	Перевести приложение ПО приема-выдачи УО в режим работы «ПРИЕМ»	Приложение находится в режиме выдачи УО (в области режима работы выделено «ПРИЕМ»).
33	Сдать все УО в ПО приема-выдачи УО	- все УО (и включенные и выключенные) в течение 3-х минут исчезнут с мнемосхемы шахты в ПО АРМ горного диспетчера.
34	Завершить работу ПО приема-выдачи УО	- все окна ПО приема-выдачи УО закрылись; - в списке процессов на компьютере отсутствует процесс SBGPSLampRoomProgram.exe.
35	Завершить работу ПО АРМ горного диспетчера	- все окна ПО АРМ горного диспетчера закрылись; - в списке процессов на компьютере отсутствует процесс SBGPSMineControlProgram.exe.
36	Выключить Пульт оператора	- пульт оператора успешно завершил работу.
37	Выключить АРМ техобслуживания УО.	- АРМ техобслуживания УО успешно завершил работу.
38	Выключить сервер	- сервер успешно завершил работу.
39	Отключить 3 БС, находящиеся в зоне контроля, от розеток коммутационных	По световой индикации на БС определить полное отключение БС.
40	Отвезти БС на передвижных платформах на место хранения и подключить к розеткам коммутационным	Выполнено.

Контрольные вопросы:

1. Для чего нужны многофункциональные системы безопасности (МФСБ)?
2. Какие системы включает в себя Комплекс «Умная шахта»?
3. Какие функции выполняет система Granch МИС?
4. Какие функции выполняет система Granch SBAVS?
5. Что входит в состав наземного оборудования системы «Granch SBGPS»?
6. Что входит в состав подземного оборудования системы «Granch SBGPS»?
7. Опишите структуру и принцип функционирования системы «Granch SBGPS».
8. На каком расстоянии относительно друг друга должны быть расположены базовые станции?
9. На какое максимальное расстояние возможно удалить базовые станции от контроллера кластера при питании БС от контроллера?
10. На какое максимальное расстояние возможно удалить базовые станции от контроллера кластера при питании БС от дополнительных источников?
11. В течение какого времени резервные аккумуляторы БС могут обеспечить их автономную работу?
12. Какова точность определения местонахождения (позиционирования) людей?

Методы и приборы контроля опасностей в угольных шахтах

Общие сведения о вредных и опасных примесях воздуха угольных шахт

Степень вредности условий труда при наличии в воздухе рабочей зоны вредных веществ устанавливают при сравнении фактических концентраций с соответствующей ПДК - максимальной ПДК_{max} или среднесменной ПДК_{сс} (табл. 2). При наличии двух величин ПДК оценка условий труда осуществляется как по максимальным, так и по среднесменной концентрациям.

Таблица 2 – Предельно допустимые концентрации вредных веществ

Вещество	Формула	Плотность, кг/м ³	Класс опасности	ПДК, мг/м ³
Оксид углерода	CO	1,25	IV	20
Азота диоксид	NO	-	III	2,0
Оксид азота (в пересчете на NO ₂)	NO ₂	2,1	III	5
Сернистый газ	SO ₂	2,9	III	10
Сероводород	H ₂ S	1,6	III	10
Аммиак	NH ₃	0,8	IV	20
Акролеин	CH ₂ -CH-C-OH	2,5	II	0,2
Формальдегид	CH ₂ O	1,7	II	0,5
Ртуть (пары)	Hg	-	I	0,01/0,005
Свинец (пары)	Pb	-	I	0,01
Хлор	Cl	1,46	II	1,0
Хлора диоксид	Cl O ₂	-	I	0,1

В тех случаях, когда указанные вещества имеют два норматива, воздух рабочей зоны оценивают как по среднесменным, так и по максимальным концентрациям.

Например, кратность превышения фактической среднесменной концентрации вещества, отнесенного к канцерогенам, сравнивают со строкой "Канцерогены", а если для этого вещества дополнительно установлена ПДК_{max}, кратность превышения максимальной концентрации сравнивают с величинами, приведенными в первой строке "Вредные вещества 1-4 классов опасности" (\leq ПДК_{max}). Соответственно для веществ, опасных для развития острого отравления, и аллергенов, дополнительно к ПДК_{max} имеющих ПДК_{сс}, полученные среднесменные концентрации сравнивают с величинами кратности превышения ПДК_{сс} той же строки.

При одновременном присутствии в воздухе рабочей зоны нескольких вредных веществ однонаправленного действия с эффектом суммации исходят из расчета суммы отношений фактических концентраций каждого из них к их ПДК. Полученная величина не должна превышать единицу (допустимый предел для комбинации), что соответствует допустимым условиям труда.

$$\frac{C_1}{ПДК_1} + \frac{C_2}{ПДК_2} + \dots + \frac{C_n}{ПДК_n} \leq 1 \quad (1)$$

где C_1, C_2, \dots, C_n – фактическая концентрация вредных веществ;

ПДК₁, ПДК₂, ... ПДК_n – предельно допустимая концентрация соответствующих веществ.

Если полученный результат больше единицы, то класс вредности условий труда устанавливают по кратности превышения единицы по той строке таблицы 1, которая соответствует характеру биологического действия веществ, составляющих комбинацию, либо по первой строке этой же таблицы.

Характеристика промышленной пыли

Многочисленные технологические процессы и операции в промышленности, на транспорте, в сельском хозяйстве сопровождаются образованием и выделением пыли, воздействию которой могут подвергаться большие контингенты работающих.

Пыль выводит из строя оборудование, снижает качество продукции, уменьшает освещенность производственных помещений, может быть причиной профессиональных заболеваний органов дыхания, поражения глаз и кожи, острых и хронических отравлений работающих.

Некоторые виды производственной пыли способны к самовозгоранию и даже взрыву, что позволяет относить пыль не только к вредным, но и опасным производственным факторам.

Производственной пылью называют взвешенные в воздухе, медленно оседающие твердые частицы размерами от нескольких десятков до долей мкм. Пыль представляет собой аэрозоль, т.е. дисперсную систему, в которой дисперсной фазой являются твердые частицы, а дисперсионной средой — воздух.

Специфической особенностью пылевидного состояния является раздробленность вещества на мельчайшие частицы и, следовательно, чрезвычайно большая поверхность твердых частиц, в связи с чем свойства пыли приобретают самостоятельное значение.

Классификация производственной пыли приведена на рис. 5. По происхождению пыль разделяют на органическую, неорганическую и смешанную. Органическая пыль может быть естественной, животного или растительного происхождения (древесная, хлопковая и др.) и искусственной — пыль пластмасс, резины, смол, красителей и других синтетических веществ. Неорганическая пыль может быть минеральной (кварцевая, силикатная, асбестовая, цементная, наждачная, фарфоровая и др.) и металлической (цинковая, железная, медная, свинцовая, марганцевая). В условиях производства особенно распространена пыль смешанного состава, состоящая из минеральных и металлических частиц (например, смесь пыли железа и кремния), органическая и неорганическая (например, пыль злаков и почвы).

В зависимости от способа образования различают аэрозоли дезинтеграции и аэрозоли конденсации. Аэрозоли дезинтеграции образуются при механическом измельчении, дроблении и разрушении твердых веществ (бурение, дробление, размол и др.), при механической обработке изделий (шлифовка, полировка и др.). Аэрозоли конденсации образуются при термических процессах (возгонка, плавление, электросварка и др.) вследствие охлаждения и конденсации паров металлов и неметаллов. Типичным примером образования аэрозоля конденсации из перенасыщенных паров является так называемый сварочный аэрозоль. Металл, входящий в состав стержня сварочного электрода, а также компоненты обмазки электрода и флюса в значительной мере испаряются при температуре электрической дуги, а попав в более холодную зону, конденсируются в виде мельчайших частиц оксидов железа и других элементов.

Нередко встречаются аэрозоли, дисперсная фаза которых содержит частицы, образующиеся как при измельчении, так и конденсации паров (шлифовально-полировальные, заточные работы и др.).

В зависимости от размера частиц (дисперсности) различают видимую пыль размером более 10 мкм (быстро выпадающую из воздуха), микроскопическую — размером от 0,25 до 10 мкм (медленно выпадающую из воздуха), ультрамикроскопическую — менее 0,25 мкм (длительно витающую в воздухе по законам броуновского движения). Производственная пыль, как правило, полидисперсная, т.е. в воздухе встречаются одновременно пылевые частицы различных размеров. В любом образце пыли обычно число мелких частиц больше, чем крупных. В большинстве случаев до 60÷80% частиц пыли имеют диаметр до 2 мкм, 10÷20% — от 2 до 5 мкм и до 10% — свыше 10 мкм. Однако общий вес пылевых частиц от 2 мкм весьма незначителен и обычно не превышает 1÷3% веса всего образца пыли.

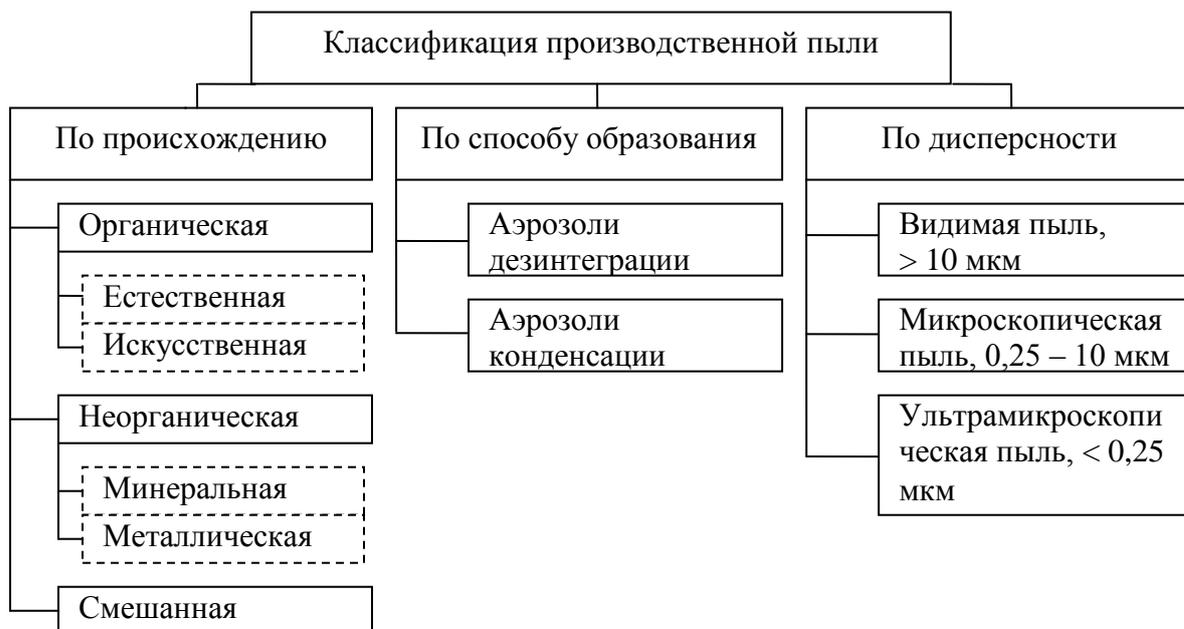


Рис. 5. Классификация производственной пыли

Специфические свойства пыли: большая удельная поверхность, высокая адсорбционная способность, горючесть, взрывчатость, электростатическая зарядность, слипаемость, опасность для организма человека и др.

Контроль и оценка газового состава угольных шахт

По способу организации различают два вида контроля за состоянием воздуха в шахтах: плановый (периодический) и оперативный контроль.

Плановый периодический контроль осуществляется путём отбора проб воздуха в горных выработках и последующего анализа этих проб в лаборатории.

Достоинства этого вида контроля состоят в том, что он позволяет определить полный газовый состав шахтного воздуха, т.е. все содержащиеся в нём газовые примеси, и обеспечивает высокую точность определения содержания этих примесей.

Недостатком его является значительный разрыв во времени между моментом отбора пробы и получением результатов анализа (3-24 часа).

В негазовых шахтах и в шахтах I и II категории по газу плановый контроль производится один раз в месяц, на шахтах III категории и на шахтах, разрабатывающих пласты угля, склонного к самовозгоранию - два раза в месяц, на шахтах сверхкатегорных и опасных по внезапным выбросам - три раза в месяц.

Оперативный контроль осуществляется приборами двух типов: автоматическими приборами непрерывного действия и приборами эпизодического действия.

Достоинство оперативного контроля в том, что разрыв во времени между моментом опробования и получением результата практически отсутствует, и он позволяет определять содержание вредных газов непосредственно в месте опробования.

Однако, каждое отдельное опробование приборами для оперативного контроля позволяет установить содержание только одного газа в воздухе, причём с точностью меньшей, чем при лабораторном анализе.

Приборами оперативного контроля широко пользуются рабочие, инженерно-технические работники, бойцы ВГСЧ. Как при оперативном, так и при плановом контроле (перед отбором проб).

Наиболее часто и в наибольших количествах в шахтах выделяется метан и углекислый газ: при этом метан, обладая взрывчатыми свойствами, является и наиболее опасной газовой примесью в рудничном воздухе.

В соответствии с требованиями Правил Безопасности в угольных и сланцевых шахтах (ПБ) все подземные рабочие должны быть обучены замеру содержания метана и углекислого газа. Все лица технического надзора при посещении шахты обязаны производить замеры метана и углекислого газа и в случае обнаружения недопустимого содержания этих газов принимать соответствующие меры.

К переносным приборам эпизодического действия, используемым для контроля содержания метана и углекислого газа в рудничном воздухе относятся шахтные интерферометры (ШИ), химические газоопределители (ГХ) и предохранительные бензиновые лампы.

Основные методы определения запыленности воздуха

Методы определения запыленности воздуха разделяют на две группы:

- с выделением дисперсной фазы из аэрозоля — весовой или массовой (гравиметрический), счетный (кониметрический), радиоизотопный, фотометрический;
- без выделения дисперсной фазы из аэрозоля — фотоэлектрические, оптические, акустические, электрические.

В основу гигиенического нормирования содержания пыли в воздухе рабочей зоны положен весовой метод. Метод основан на протягивании запыленного воздуха через специальный фильтр, задерживающий пылевые частицы. Зная массу фильтра до и после отбора пробы, а также количество отфильтрованного воздуха, рассчитывают содержание пыли в единице объема воздуха.

Суть счетного способа состоит в следующем: проводится отбор определенного объема запыленного воздуха, из которого частички пыли осаждаются на специальный мембранный фильтр. После чего проводится подсчет числа пылинок, исследуется их форма и дисперсность под микроскопом. Концентрация пыли при счетном методе выражается числом пылинок в 1 см^3 воздуха.

Радиоизотопный метод измерения концентрации пыли основан на свойстве радиоактивного излучения (обычно α -излучения) поглощаться частицами пыли. Концентрацию пыли определяют по степени ослабления радиоактивного излучения при прохождении через слой накопленной пыли.

Измерение запыленности весовым (гравиметрическим) методом

При измерениях концентрации пыли предварительно взвешенный «чистый» фильтр АФА-ВП-20 (АФА-ВП-10) закрепляют в патроне (аллонже), который соединяют шлангом с аспиратором ПУ-3Э и протягивают через фильтр такое количество воздуха, чтобы навеска уловленной пыли составляла от 1,0 до 50,0 мг (для АФА-ВП-10 от 0,5 до 25,0 мг).

Аспирационный фильтр аналитический (АФА) изготавливают из фильтровальной ткани ФПП-15, имеющей заряд статического электричества. Применение аналитических фильтров типа АФА позволяет анализировать воздушную среду с высокой степенью точности. Они обладают высокой задерживающей способностью, малым аэродинамическим сопротивлением потоку воздуха, большой пропускной способностью (до 100 л/мин), небольшой массой, малой гигроскопичностью, возможностью определять концентрацию пыли независимо от ее физических и химических свойств. Для удобства обращения края фильтров опрессовывают и помещают в защитные обоймы (рис. 6).

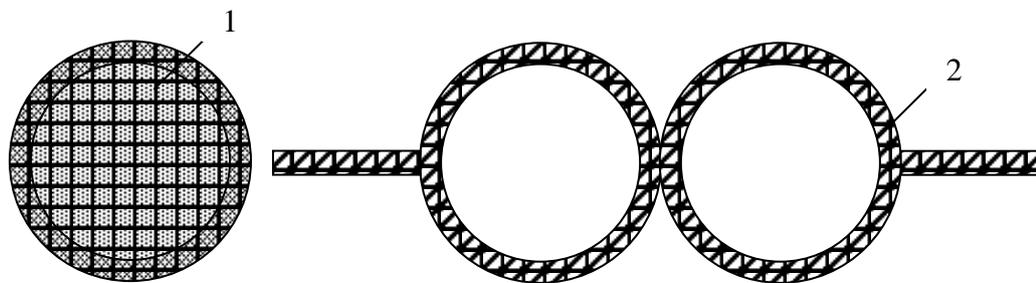


Рис. 6. Фильтр типа АФА
1 – фильтрационный материал; 2 – защитная обойма

Для отбора проб используются аспираторы. Методы и аппаратура, используемые для определения концентрации пыли, должны обеспечивать определение величины концентрации пыли на уровне 0,3 ПДК с относительной стандартной погрешностью, не превышающей $\pm 40\%$ при 95% вероятности. При этом для всех видов пробоотборников относительная стандартная ошибка определения пыли на уровне ПДК не должна превышать $\pm 25\%$. Для отбора проб рекомендуется использовать фильтры АФА-ВП-10, 20, АФА-ДП-3.

После просасывания запыленного воздуха фильтр извлекают из аллонжа, повторно взвешивают на аналитических весах с точностью до 0,1 мг и определяют массу навески пыли ΔP на фильтре по разности масс «чистого» и «грязного» фильтров.

Концентрация пыли при рабочих условиях:

$$C_{p.y.} = \frac{\Delta P}{V_{зам}}, \text{ мг/м}^3 \quad (2)$$

где $\Delta P = P_k - P_n$ – масса уловленной фильтром пыли, мг; P_n и P_k – масса фильтра АФА соответственно до и после аспирации, мг; $V_{зам}$ – объем воздуха, из которого выделили пыль на фильтре, м^3 .

Одновременно с отбором проб воздуха на запыленность измеряют температуру (T , $^{\circ}\text{C}$) и давление воздуха (B , мм рт. ст.) для приведения объема воздуха при рабочих условиях $V_{зам}$, из которого выделили пыль на фильтре, к стандартным условиям (760 мм рт. ст. и 20°C):

$$V_{прив} = 0,386 \frac{V_{зам} \cdot B}{273 + T}, \text{ м}^3 \quad (3)$$

Тогда концентрация пыли в воздухе при стандартных условиях:

$$C = \frac{\Delta P}{V_{прив}}, \text{ мг/м}^3 \quad (4)$$

Результаты измерений и расчетов используют для санитарно-гигиенической оценки воздуха рабочей зоны по пылевому фактору, соотнося с предельно допустимыми концентрациями (ПДК), а также для определения эффективности способов и средств борьбы с пылью.

Практическая работа «Контроль запыленности воздуха гравиметрическим методом»

Приборы и оборудование:

- лабораторная установка, состоящая из трех камер (условных рабочих мест) с различной запыленностью воздуха; циклон и рукавный фильтр, вентиляторная установка (рис. 7);

- аспиратор ПУ-3Э, аналитические лабораторные весы, секундомер, фильтры АФА-20, аллонжи, барометр, термометр.

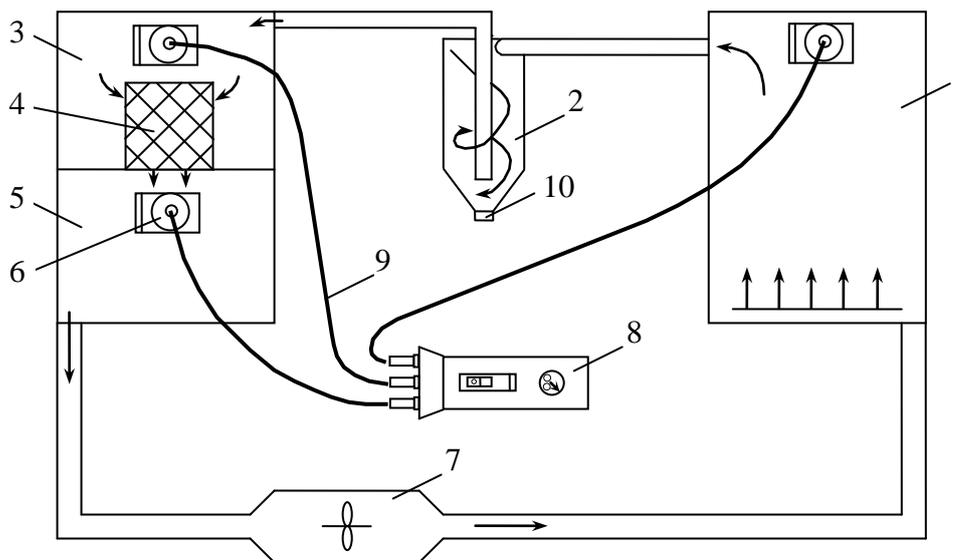
Электрический аспиратор ПУ-3Э предназначен для отбора и измерения проб атмосферного воздуха населенных мест, воздуха рабочей зоны, воздуха жилых и общественных помещений на определение содержания пыли и аэрозолей путем прокачки заданного объема пробы через поглотительные фильтры типа АФА для последующего аналитического контроля.

Условия эксплуатации аспиратора:

- температура окружающей среды от 263 К до 313 К (от -10 °С до 40°С);
- относительная влажность до 98 % при температуре 25°С;
- атмосферное давление (84 – 106,7) кПа (630 – 800 мм рт.ст.).

Число параллельных каналов отбора пробы от 1 до 3.

Диапазон расхода по каждому каналу от 40 до 200 дм³/мин (л/мин).



- 1 – камера 1 с источником пылевых выделений; 2 – циклон; 3 – камера 2;
 4 – тканевый рукавный фильтр; 5 – камера 3; 6 – пылеотборные отверстия с заслонками; 7 – устройство для вентиляции камер; 8 – аспирационное устройство; 9 – шланги с аллонжами; 10 – бункер с пылью

Рис. 7. Схема лабораторной установки

Диапазон расхода по каждому каналу от 40 до 200 дм³/мин (л/мин).

Пределы основной относительной погрешности измерения объема пробы $\pm 10\%$ при температуре (293 ± 5) К, относительной влажности от 45 до 75 % и атмосферном давлении $(101,3 \pm 3)$ кПа $(760 \pm 22,5)$ мм рт. ст.

Время непрерывной работы от 2 до 60 мин.

Конструктивно аспиратор состоит из цилиндрического корпуса, в котором расположен компрессор, стабилизатор потока и счетчик объема. Счетчик объема состоит из ветроприемника и индикатора объема. В передней части корпуса расположен раструб, на торце которого находятся держатели под поглотительные фильтры со штуцерами. Штуцеры поджимаются к держателю накидными гайками.

Работа аспиратора заключается в следующем. Анализируемый воздух прокачивается через поглотительные фильтры. С выхода компрессора воздух через сетку, предназначенную для выравнивания скорости воздушного потока, поступает на счетчик объема, на индикаторе объема которого происходит отсчет суммарного объема пробы.

Порядок выполнения работы

1. Ознакомиться с теоретическими положениями и подготовить табл. 2 для занесения результатов измерений.
2. Подключить конвертор к электрической сети.

3. Подготовить к работе аспиратор. Подключить аспиратор к конвертору.
4. Проверить герметичность аспиратора. Для этого установить заглушки на входные ниппели. Зафиксировать начальные показания счетчика I_{01} . Включить аспиратор на 30 секунд, выключить прибор и зафиксировать конечные показания счетчика I_{02} . При соблюдении условия: $I_{02} - I_{01} \leq 2$ прибор герметичен и готов к работе. Результаты измерений записать в таблицу 2.

Таблица 2

Время измерений, $t_{изм}, c$	Показания счетчика объема воздуха, дел.		Разность показаний счетчика ($I_{02} - I_{01}$), дел.	Герметичность аспиратора
	I_{01}	I_{02}		
				<i>герметичен</i> <i>не герметичен</i>

5. Подключить весы к источнику питания.
6. Определить массу каждого из трех фильтров АФА-20 взвешиванием на аналитических лабораторных весах. Перед взвешиванием пинцетом извлечь фильтр из конверта и из обоймы и уложить на чашку весов. Результаты взвешивания занести в табл. 3 и на обоймы фильтров. Вложить фильтры в обоймы.
7. Отключить аналитические весы от источника питания.
8. Подсоединить переходные шланги к входным штуцерам аспиратора. При выключенном аспираторе установить в аллонжи фильтры в обоймах и закрепить аллонжи в пылеотборных отверстиях камер. Отверстия при этом должны быть закрыты заслонками.
9. Подключить источник пылевыведения к источнику питания. При этом включится система вентиляции камер. Через 1-2 минуты лабораторная установка готова к проведению измерений.
10. Зафиксировать положение стрелок счетчика объема аспиратора I_1 .
11. Открыть заслонку пылеотборного отверстия камеры 1 и одновременно включить сетевой выключатель аспиратора и секундомер.
12. По истечении расчетной продолжительности отбора проб, одновременно закрыть заслонку пылеотборного отверстия, выключить сетевой выключатель и секундомер. Зафиксировать новое положение стрелок счетчика объема аспиратора I_2 .
13. Для проведения отбора проб из камер 2 и 3 повторить пункты 9-11.
14. По окончании отбора пробы из камеры 3 отключить источник пылевыведения от источника питания и извлечь из аллонжей фильтры.
15. Отключить аспиратор от конвертора.
16. Подключить весы к источнику питания.
17. Выполнить повторное взвешивание фильтров. При взвешивании фильтр сложить пополам запыленной стороной внутрь.
18. Отключить установку от электрической сети.
19. Измерить температуру воздуха и барометрическое давление в помещении лаборатории.
20. Рассчитать объем воздуха, измеренный аспиратором:

$$V_{зам} = (I_2 - I_1) \cdot C_{калибр} \cdot 10^{-3}, \text{ м}^3$$
 где: I_1 и I_2 – соответственно начальное и конечное показания счетчика объема аспиратора, дел.
 $C_{калибр}$ – калибровочная константа, $C_{калибр} = 3,89$ л/дел.
21. Определить концентрацию пыли в каждой из трех камер (условных рабочих местах), используя результаты измерений и формулы (2)-(3). Результаты измерений и расчетов занести в таблицу 3.

Таблица 3

Камера (место отбора проб)	Масса фильтра, мг		Масса навески пыли ΔP , мг	$t_{\text{изм}}$, мин.	Показания счетчика объема воздуха, дел.		$V_{\text{зам}}$, м^3	В, мм рт. ст.	Т, $^{\circ}\text{C}$	$V_{\text{прив}}$, м^3	С, $\text{мг}/\text{м}^3$	ПДК, $\text{мг}/\text{м}^3$
	до отбора P_n	после отбора P_k			I_1	I_2						
1												
2												
3												

Контрольные вопросы

1. Назовите виды контроля за составом воздуха в шахте и их сравнительные достоинства и недостатки.
2. В каких пунктах производятся замеры содержания метана?
3. Укажите предельно допустимые концентрации метана в характерных пунктах замеров.
4. Кто осуществляет контроль за содержанием метана в общешахтных выработках, в участковых выработках и машинных камерах, в забоях?
5. Что представляет собой промышленная пыль?
6. Какие методы определения концентрации пыли в воздухе рабочей зоны Вы знаете?
7. В чем заключается весовой метод определения концентрации пыли?
8. Какие устройства и приборы используют для отбора проб воздуха на запыленность?
9. Чем определяется продолжительность отбора пробы?
10. С какой целью при определении концентрации пыли измеряют температуру и давление воздуха?
11. От каких факторов зависит частота замеров метана?
12. Где производится контроль за содержанием углекислого газа?
13. Как определяется средняя концентрация газов?
14. Как определяется максимальная концентрация газов?

**Конспект лекций по дисциплине (модулю)
«Управление состоянием массива горных пород и газовойделением на выемочных
участках»**

В результате создания в массиве горных пород полостей (различных выработок, расслоений и т.п.) происходит изменение напряжённого состояния горных пород, вызванное нарушением сплошности массива. В общем случае характер образующегося поля напряжений вокруг выработок зависит от совокупного действия многих взаимосвязанных факторов, которые можно подразделить на несколько групп.

Первую группу факторов составляют пространственно-геометрические параметры рассматриваемых выработок. К ним прежде всего относятся форма и размеры поперечного сечения, соотношение длины, ширины и высоты выработки, близость соседних параллельных и наличие пересекающихся выработок и пр.

Ко второй группе относятся деформационные характеристики пород, непосредственно окружающих выработку, поскольку именно эта часть массива воспринимает дополнительные нагрузки при образовании выработок.

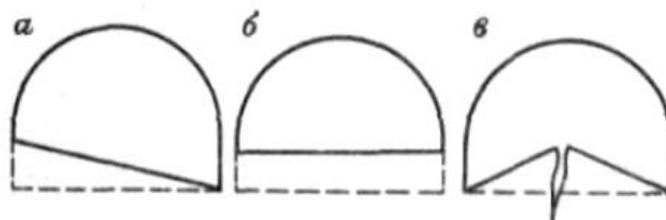
Третья группа факторов охватывает особенности начального поля напряжений в массиве, т. е. до проведения выработок.

Четвертую группу факторов составляют характеристики воздействия на породы вокруг выработки в процессе ее проходки и дальнейшей эксплуатации. Наибольшее значение среди факторов этой группы имеют динамические нагрузки во время взрывных работ при проведении выработок или вблизи них, а также изменение свойств пород под влиянием процессов выветривания — движения воды и воздуха, изменения температурного режима и др.

Анализ состояния выработок (вне зоны непосредственного влияния очистных работ) глубоких шахт показывает, что первопричиной нарушения их эксплуатационного состояния являются смещения пород: почвы (45%), кровли (35%), боков (15%), всесторонние смещения пород (5%).

Смещение пород почвы (пучение) — процесс поднятия пород в почве выработки, вызывающий изменение ее проектного сечения. В зависимости от характера смещений пород почвы можно выделить три основных вида пучения:

- одностороннее, характерное для любых условий залегания пород (кроме пологого) и выработок, пройденных по простиранию;
- поднятие почвы, обычное для любого направления выработки относительно напластования при пологом залегании пород и для выработок, пройденных вкрест простирания, независимо от условий залегания;
- складкообразование, характерно для крепких пород, независимо от направления выработки относительно напластования и условий залегания пород, при этом пучение обычно сопровождается нарушением сплошности массива. Образование разрыва сплошности обычно наблюдается при высоте складки — 0,25-0,3 м.



а — одностороннее; б — равномерное поднятие; в — поднятие с нарушением сплошности.

Рисунок 1 — Виды пучения пород почвы

Независимо от характера пучения величина его до 0,2 м практического влияния на эксплуатационное состояние выработки не оказывает. При величине пучения 0,2-0,5 м

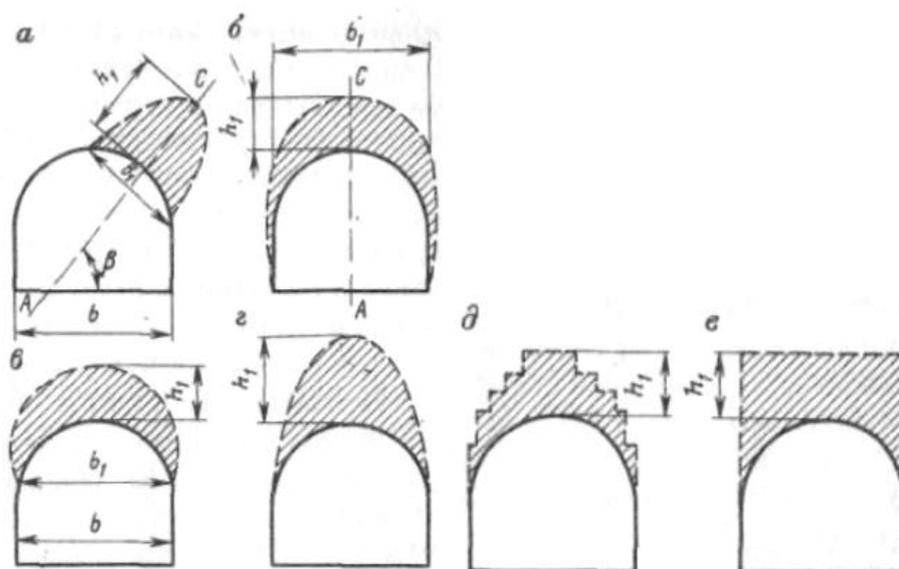
нарушаются работа транспорта и вентиляции, а при больших значениях возникает необходимость ремонта крепи.

Допустимые смещения пород почвы, если это не нарушает вентиляционный режим выработки, в выработках, оборудованных рельсовым транспортом, составляет 200 мм, а в выработках с конвейерным транспортом – 400 мм.

С учетом этих данных и значений, полученных по формуле, можно оценить возможное состояние выработки.

Вывалообразование. Выпадение в гонную выработку отделившейся от массива части пород или полезного ископаемого оказывает динамическое воздействие на поддерживающую конструкцию (крепь). В силу кратковременности воздействия значительной массы породы на крепь она деформируется, что часто сопровождается самопроизвольным погашением выработки (завалами). Ликвидация завалов по трудоемкости работ, их продолжительности, повышенной опасности, является наиболее сложным видом работ по обеспечению эксплуатационного состояния выработок.

Вывалообразование возможно в результате развития трещинообразований при ведении горных работ (в том числе и очистных), воздействия внешних факторов (ведение взрывных работ, выброс породы, горный удар и т.п.), а также некачественного крепления выработок.



a – при косонаправленном вывале; *б* – при прямом вывале;
в, г, д, е – при прямом вывале для различных горно-геологических условий.

Рисунок 2 - Формы вывалообразований

Параметры вывалообразования – направление, высота h_1 , ширина B_1 и длина по продольной оси выработки – зависят от горно-геологической характеристики массива горных пород, характера воздействия на него горных работ и качества их выполнения.

Выбор типа крепи и способа охраны выработок. По конструктивным и технологическим признакам крепи горных выработок следует подразделять на рамные, монолитные и анкерные.

По характеру взаимодействия с массивом горных пород выделяют следующие типы крепи:

Ограждающие, не входящие в непосредственный контакт с массивом и защищающие выработку от возможного обрушения горных пород. К этому типу относят временные (выдвижные) крепи. Однако в зависимости от качества проведения выработки, в ряде случаев, рамные и сборные постоянные крепи фактически являются также

ограждающими, так как не входят в контакт с породой по всему периметру (бока и кровля) выработки и практически не обеспечивают управление состоянием массива.

Поддерживающие (грузонесущие) – входят в контакт с массивом и в определенной мере воздействуют на него. Это в основном монолитные крепи (бетонная и металлобетонная), а в случае качественного возведения и рамные, независимо от режима их работы.

Укрепляющие – увеличивают несущую способность массива, предупреждая развитие трещинообразований и, как следствие, вывалообразований, а в ряде случаев – снижая начальную нарушенность пород.

Укрепляющие крепи (анкерные, набрызгбетонные и комбинированные, в которые составной частью входят вышеуказанные) наиболее эффективно создают систему «крепь-порода», в силу чего более полно реализуют процесс управления состоянием массива.

Под охраной горных выработок следует понимать комплекс дополнительных специальных мероприятий, направленных на повышение устойчивости породных обнажений, улучшение условий работы постоянной крепи и обеспечивающие безопасные и экономичные условия эксплуатации выработки в течение срока ее службы (по проектному назначению).

Проявления горного давления в выработках обусловлены влиянием большого числа факторов. Однако устойчивость породных обнажений выработки и прилегающих к ней горных пород зависит, главным образом, от физико-механических (в первую очередь от механических) свойств пород и уровня действующих в них напряжений, обусловленных глубиной ведения горных работ, тектоническими процессами и влиянием других горных выработок. Поэтому все способы охраны направлены на изменение показателей этих двух групп факторов или на использование наиболее благоприятного их сочетания.

Способы охраны горных выработок условно могут быть разделены на следующие четыре группы:

- использование благоприятных горно-геологических и горнотехнических условий;
- укрепление пород;
- разгрузка породного массива;
- комбинированные способы.

Условность представленной группировки объясняется тем, что некоторые способы охраны не могут быть однозначно отнесены к определенной группе способов. По своим результатам или физической сущности, а также по характеру воздействия на основные влияющие факторы они примерно одинаково характеризуют то или иное направление повышения устойчивости породных обнажений в выработке. Например, выбор формы поперечного сечения выработки, с одной стороны, – это снижение напряженного состояния, так как при круговом или близком к нему очертании поперечного сечения выработки коэффициент концентрации напряжений меньше, чем при трапециевидном или прямоугольном, но с другой стороны – это укрепление пород, так как обеспечивает условия, когда порода работает на сжатие, повышается несущая способность породных обнажений и наиболее полно используется техническая характеристика выработки.

Выбор радиуса закругления выработки может быть в равной степени отнесен к группе разгрузки, так как способствует снижению напряженного состояния данного участка породного массива, и к группе укрепления, так как уменьшает степень нарушенности пород.

Расположение выработок в крепких породах целесообразно при $K_y \leq 0,3$. Исключением являются выбросоопасные породы, расположение в которых связано с опасностью проявления газодинамических явлений и необходимость дополнительных затрат на профилактические мероприятия. Применение этого способа в условиях глубоких шахт Донбасса в 2 и более раза снижало затраты на ремонт выработок, который зачастую выполняется еще до сдачи их в эксплуатацию.

В особо опасных по сползанию породах необходимо переходить на отработку пласта на полевые выемочные выработки через гезенки.

Проведение выработок в обрушенных и уплотненных породах. После выемки пласта подработанная толща пород в пределах зон обрушения и полных сдвижений разгружается от первоначального давления. На эту область не оказывает влияние опорное давление, которое формируется у краевых частей массива угля. Расположение в этой области пород выработок, пройденных после завершения активных оседаний подработанной толщи, улучшает их последующее эксплуатационное состояние. Преимуществом этого способа охраны по сравнению со способами охраны целиками или бутовыми полосами являются: снижение потерь подготовленных запасов; меньшее сдвижение (в 2-5 раз) обрушенных и уплотненных пород на контуре выработок; отсутствие пучения пород почвы.

Расположение выработок относительно краевых частей массива. В краевых частях массива (целиков) формируется зона повышенных напряжений – опорного давления. Расположение выработок в таких зонах приводит к повышенной деформации породных обнажений и крепи, а, следовательно, и к увеличению затрат на их поддержание. Для исключения повышенных деформаций выработки следует располагать за пределами областей влияния краевых частей массива или целиков.

Способы охраны, связанные с укреплением массива, направлены на увеличение устойчивости пород в зоне неупругих деформаций, нарушенных или трещиноватых в результате упругого перераспределения напряжений, а также при наличии тектонических нарушений. Способы этой группы предусматривают уменьшение смещений пород, требуют достаточно высоких начальных дополнительных затрат при увеличении потерь полезного ископаемого.

Оставление предохранительных целиков. Охрана предохранительными целиками пластовых выработок в условиях пологого и наклонного падения рекомендуется к применению при глубине ведения горных работ до 500 м. Несмотря на широкое распространение данного способа, его применение приводит к повышению потерь полезного ископаемого, усложнению схемы его выемки и формированию зон повышенного горного давления, оказывающих влияние на эффективность и безопасность горных работ по сближенным пластам.

Оставление потолочного или почвенного слоя применяется в условиях неустойчивых пород кровли и породах почвы, склонных к пучению. Толщина слоя, оставляемого в кровле или почве пласта требует обоснования, поскольку определяет, как уровень потерь полезного ископаемого, так и эффективность самого мероприятия.

Укрепление пород нагнетанием вяжущих веществ. Необходимым условием эффективного применения данного способа охраны является наличие зоны неупругих деформаций или трещиноватых пород, обеспечивающих проникновение в породный массив скрепляющих (вяжущих) растворов.

Разгрузка породного массива. Эта группа способов направлена на снижение действующих напряжений с целью повышения устойчивости породных обнажений. В действительности каждый из способов этой группы имеет более сложную характеристику, определяющую не только снижение величины действующих напряжений, но и положительное влияние на ряд других показателей: уменьшение степени нарушенности породных обнажений проектного сечения выработки; снижение величины остаточных смещений пород, воспринимаемых постоянной крепью и обеспечение их равномерности по периметру выработки, сохранение проектных размеров выработки в течение срока ее службы, предупреждение пучения пород почвы и сокращение времени действия первичного горного давления за счет управления процессов развития зоны неупругих деформаций.

Способ проведения пластовых выработок широким ходом используют для равномерности смещения пород без разрыва сплошности. Величина смещений может

регулироваться закладкой образуемых раскосок породой, получаемой при подрывке кровли и почвы выработки.

Дополнительные затраты, связанные с увеличением выемки горной массы, работами по креплению косовичных ходков и закладкой, в значительной степени компенсируются попутной добычей угля выдачи породной массы из выработки. Применение способа в условиях Донбасса обеспечивает снижение затрат, связанных с поддержанием выработок, на 60%.

Способ проведения выработки увеличенным сечением применяют для сохранения проектных размеров выработки после завершения процесса смещений породных обнажений. Реализация способа возможна лишь при применении податливой постоянной крепи. Обеспечивая сохранение проектных размеров выработки, способ не исключает ремонтные работы, связанные с возможной деформацией крепи, которая может быть вызвана неравномерностью смещений пород по периметру выработки.

Технологическая податливость крепи. Сущность способа заключается в выборе места возведения постоянной (обычно жесткой) крепи относительно проходческого забоя. Цель способа – вывести постоянную крепь из зоны интенсивных и неравномерных смещений пород, характерных для начальной стадии образования зоны неупругих деформаций.

Взрывоцелевая разгрузка породного массива. Сущность способа охраны заключается в искусственном образовании вокруг выработки в законтурном массиве податливых полостей, образуемых взрыванием серии шпуров. Способ снижает действующие на контуре выработки напряжения и ускоряет процесс образования зоны неупругих деформаций.

Разгрузка породного массива скважинами. Подобный способ активного управления состоянием массива рекомендуется к применению, когда конструктивная податливость крепи ниже расчетных смещений пород.

Проведение выработок вызывает изменение начального поля напряжений массива горны пород, формирующееся поля напряжений в окрестности выработок определяется действием групп факторов, рассмотренных в начале данного раздела. Однако, учесть в равной мере все выделенные группы факторов при определении напряженного состояния пород вокруг выработок не представляется возможным. Наиболее полно могут быть учтены факторы первой и третьей групп, поскольку разработаны аналитические (на базе методов механики сплошной среды) и экспериментальные методы определения компонент напряжений и деформаций вокруг выработок при любых статических нагрузках и конфигурациях поперечных сечений. В меньшей степени учитываются факторы второй группы, так как разработанные аналитические методы, как правило, основаны на использовании упругих моделей массива или предполагают приведение к режимам упругого деформирования (например, в случае учета развития деформаций во времени - ползучести пород).

Четвертую группу факторов при определении напряженного состояния пород вокруг выработок пока учитывают лишь качественно. Аналитические методы оценки влияния факторов этой группы еще практически вовсе не разработаны, а экспериментальные разработаны в недостаточной степени.

Горный удар - внезапное быстропротекающее разрушение предельно напряжённой части массива полезных ископаемых (породы), прилегающей к подземной горной выработке, сопровождаемое выбросом полезных ископаемых (пород) в горную выработку, сильным звуковым эффектом, возникновением мощной воздушной волны.

Горные удары на угольных шахтах по силе проявления и характеру последствий подразделяются на горные удары, микроудары, толчки, стреляния, горные удары с разрушением почвы пласта и горно-тектонические удары.

Признаками удароопасности пластов являются толчки, стреляния и микроудары при работе выемочных машин, отбойных молотков, при бурении и взрывании шпуров в очистных и подготовительных забоях.

Интенсивность проявления признаков возрастает с увеличением глубины разработки, а также в процессе ведения горных работ на участках шахтного поля, испытывающих повышенное горное давление в следующих случаях:

- отработка оставленных целиков угля;
- работа встречными и догоняющими забоями;
- работа на передовые выработки;
- проведение выработок в зонах влияния очистных забоев;
- работа под кромками угольного массива или под целиками, оставленными на смежных пластах свиты, а также в зонах влияния геологических нарушений.

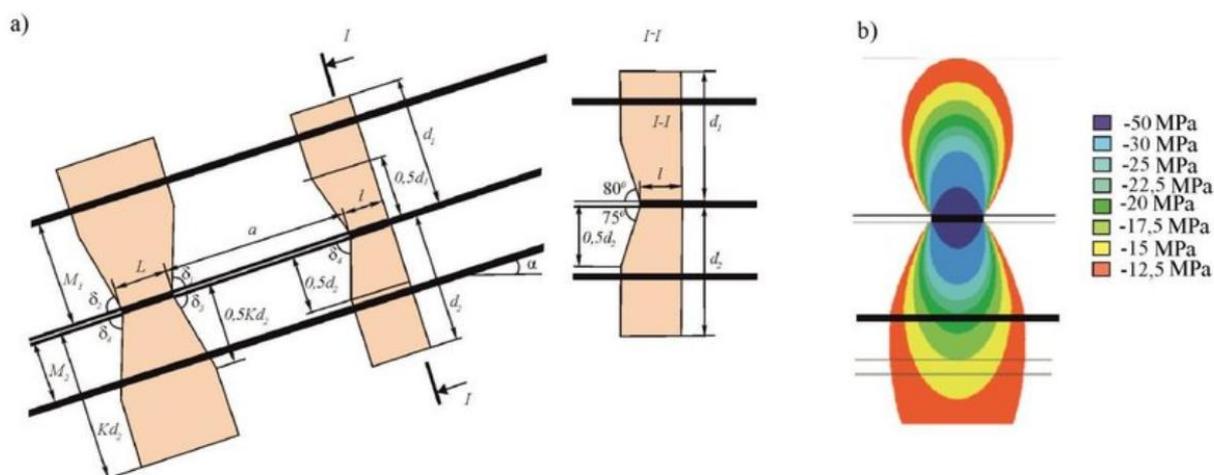


Рис. 3. Схема к определению параметров зон ПГД (а) и результаты численных исследований параметров зоны ПГД (б)

Угольные пласты, склонные к горным ударам, делятся на угрожаемые и опасные. К угрожаемым относятся угольные пласты (боковые породы), склонные к хрупкому разрушению в условиях повышенных концентраций напряжений. К опасным относятся пласты на тех этажах (ярусах) шахтного поля, в пределах которых происходили горные удары (микроудары) или удароопасность установлена прогнозом, и те же пласты на нижележащих этажах (ярусах) шахтного поля.

Удароопасность пластов определяют следующие геологические факторы:

- значительная глубина залегания;
- наличие в кровле мощных слоев прочных песчаников;
- склонность краевой части угольного пласта к упругому деформированию и хрупкому разрушению, зависящая от прочностных и фазово-физических свойств угля;
- отсутствие в непосредственной кровле и почве на контактах с пластом слабых пластических слоев пород;
- тектоника месторождения и характер нарушенности угольных пластов.

В результате предварительной разведки месторождения (шахтного поля), выполняемой геологоразведочными организациями, дается начальный прогноз об удароопасности пластов.

На начальной стадии пласт считается склонным к горным ударам, если:

- выход керна составляет 85-100 %;
- уголь крепкий (коэффициент крепости $f_i \geq 1$), представленный более чем на 80 % матовыми и полуматовыми петрографическими разностями. Пласты, склонные к горным ударам, отличаются однородностью, монолитностью и, как правило, не содержат слабых пачек.

Влияние основных геологических факторов на удароопасность каменноугольных и антрацитовых пластов оценивают по комплексному критерию.

Внезапный выброс (выдавливание) угля и газа или выброс породы и газа представляет собой опасное и сложное газодинамическое явление, возникающее в газоносных угольных пластах и породах и характеризующееся быстроразвивающимся разрушением массива с отбросом (смещением) горной массы и выделением газа в горную выработку.

Отличительными признаками внезапного выброса угля и газа являются:

- а) отброс угля от забоя на расстояние, превышающее протяженность возможного размещения его под углом естественного откоса;
- б) образование в угольном массиве полости;
- в) смещение угля в выработку;
- г) повышенное по сравнению с обычным выделение газа в горную выработку, при котором относительное газовыделение больше разности между природной газоносностью пласта и остаточной газоносностью выброшенного угля.

Дополнительными признаками внезапных выбросов угля и газа могут быть повреждение и отброс оборудования, наличие тонкой угольной пыли на откосе выброшенного угля и на крепи.

Внезапному выбросу угля и газа могут предшествовать предупредительные признаки: резкое увеличение газовыделения в выработку, шелушение забоя, появление пылевого облака на груди забоя, удары и трески в массиве, выдавливание или высыпание угля из забоя, отслаивание кусочков угля от забоя, зажим, выталкивание или втягивание бурового инструмента в шпур (скважину), вынос газа и штыба при бурении.

Отличительными признаками выброса породы и газа являются:

- а) образование в массиве полости, оконтуренной породой, расслоившейся на тонкие чешуеобразные пластинки;
- б) отброс породы от забоя и дробление значительной ее части до размеров крупнозернистого песка;
- в) повышенное выделение газа в выработку.

К шахтопластам, склонным к внезапным выбросам угля (породы) и газа, относятся опасные и угрожаемые по внезапным выбросам шахтопласты. В отдельных случаях выделяют особо выбросоопасные участки шахтопластов.

К выбросоопасным относятся шахтопласты, на которых произошли внезапные выбросы или выбросоопасность которых установлена текущим прогнозом или прогнозом при вскрытии.

К угрожаемым относятся угольные шахтопласты с глубин, определенных в соответствии с требованиями Инструкции.

К особо выбросоопасным относятся участки выбросоопасных шахтопластов в пределах незащищенной нижней части этажа; в зоне геологического нарушения; в зоне повышенного горного давления (ПГД).

Порядок применения комплекса мер для безопасной разработки выбросоопасных и угрожаемых угольных пластов

Для безопасной разработки выбросоопасных и угрожаемых угольных пластов предусматривают следующие меры:

- а) прогноз выбросоопасности;
- б) опережающую отработку защитных пластов;
- в) способы предотвращения внезапных выбросов угля и газа и контроль их эффективности;
- г) систему разработки и технологию в очистных и подготовительных забоях, снижающих вероятность возникновения внезапных выбросов угля и газа;
- д) мероприятия по обеспечению безопасности работающих.

Региональные способы предотвращения внезапных выбросов предназначены для заблаговременной обработки угольного массива впереди очистных и подготовительных забоев.

К региональным способам относятся:

- опережающая отработка защитных пластов;
- дегазация угольных пластов;
- увлажнение угольных пластов.

Локальные способы предназначены для приведения призабойной части угольного массива в невыбросоопасное состояние. Их осуществляют со стороны очистных или подготовительных забоев.

К локальным способам относятся:

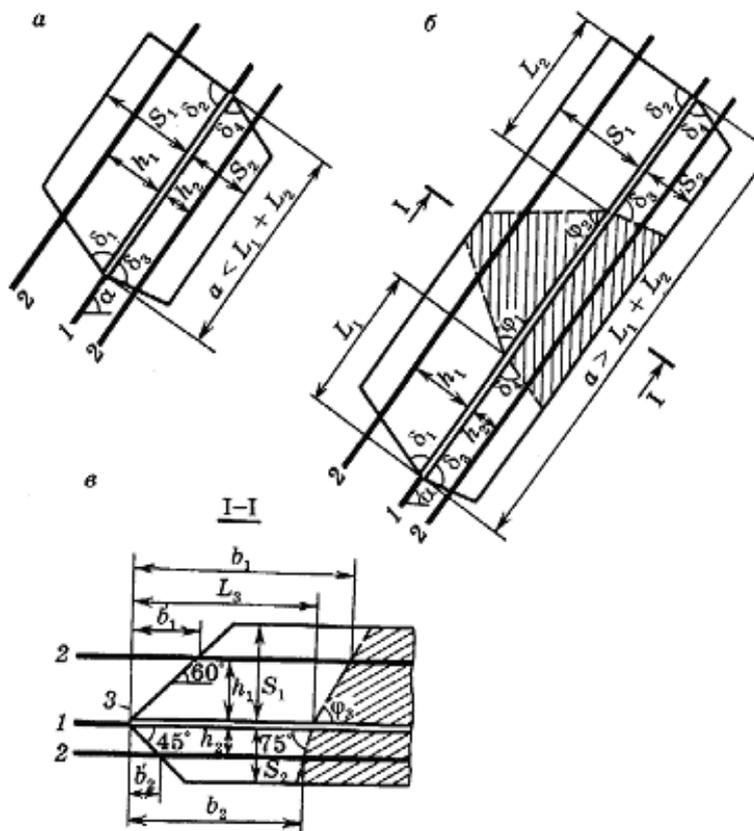
- гидрорыхление;
- низконапорное увлажнение;
- низконапорная пропитка;
- гидроотжим с предварительным увлажнением;
- гидровывывание опережающих полостей;
- образование разгрузочных пазов и щелей в угольном пласте и вмещающих породах;
- бурение опережающих скважин;
- торпедирование угольного массива;
- образование разгрузочной щели по длине очистного забоя.

Во всех случаях применения региональных и локальных способов предотвращения внезапных выбросов угля и газа необходимо осуществлять контроль их эффективности.

Отработка защитных пластов. Механизм защитного действия опережающей разработки защитных пластов для предотвращения выбросов угля и газа заключается в снижении горного и газового давлений, увеличении газопроницаемости массива путем разгрузки и дегазации над- и подработанных пластов угля и пород.

Защитным считается такой пласт (пропласток), опережающая разработка которого обеспечивает полную безопасность в отношении внезапных выбросов на защищенном пласте свиты.

Защите подлежат угольные пласты, опасные и угрожаемые по внезапным выбросам угля и газа.



а - сечение по простиранию при $b < 2L_3$; б - то же, при $b > 2L_3$; в - сечение вкрест простирания пласта; 1 - защитный пласт; 2 - защищаемый пласт; 3 - направление подвигания очистного забоя на защитном пласте; \square - защищенная зона; ▨ - область восстановления опасных нагрузок (подзона 1)

Рис. 4. Схема к построению защищенной зоны при обработке защитного пласта столбами по простиранию

Пласты в свите могут разрабатываться в нисходящем, восходящем и смешанном порядке. Порядок разработки пластов в свите выбирается с таким расчетом, чтобы обеспечить эффективную защиту наибольшего числа пластов, опасных и угрожаемых по внезапным выбросам.

При наличии в свите невыбросоопасных пластов (пропластков) или угрожаемых пластов следует предусматривать их первоочередную разработку в качестве защитных. Если все пласты в свите отнесены к выбросоопасным, то в первую очередь следует разрабатывать менее опасный пласт или пласт, при разработке которого наиболее эффективно применение комплекса мер по предотвращению внезапных выбросов угля и газа и обеспечивается максимальная защита соседних пластов по площади. Защита пластов в пределах всего этажа (полная защита) обеспечивается следующими способами:

- надработкой при условии, что защитный пласт отработан на вышележащем горизонте;
- двойной защитой;
- подработкой при условии, что защитный пласт обрабатывают с опережением на один этаж и более;
- восходящим порядком отработки этажей и пластов.

Отработку защитного пласта необходимо производить без оставления целиков и участков угольного массива в выработанном пространстве; оставление целиков, не предусмотренных программой развития горных работ, допускается с разрешения технического директора компании с обязательным нанесением их и зон ПГД от них на

планы горных работ. Учету подлежат целики, минимальный размер которых превышает 0,1l. При этом под целиком следует понимать часть угольного массива, наименьший размер которой не превышает 2l, где l - ширина зоны опорного давления, определяемая по номограмме. Если указанный размер больше 2 l, то речь идет о краевой части участков угольного массива.

Снижение влияния горных работ на природные и техногенные объекты на земной поверхности. Разработка угольных пластов приводит к изменению напряженного состояния горных пород и их сдвигению, проявляющемуся в образовании зоны сдвига в массиве и на земной поверхности. Зона сдвига на поверхности от влияния отдельной очистной выработки называется мульдой сдвига.

Отдельные точки в мульде сдвига сдвигаются в рассматриваемый момент времени на разные величины, в результате чего возникают вертикальные (наклоны, кривизна, скручивание) и горизонтальные (растяжения, сжатия, сдвиги) деформации, а также провалы и сосредоточенные деформации - трещины и уступы в вертикальной и сдвиги в горизонтальной плоскостях.

Сдвиги и деформации горных пород и земной поверхности могут вызвать повреждения в объектах, увеличение водо- и газопроницаемости пород над выработанным пространством, изменение гидрогеологического режима поверхностных и грунтовых вод, активизацию оползневых процессов.

Размеры зоны влияния подземных разработок, величины и характер деформаций, скорости роста деформаций и продолжительность процесса сдвига горных пород и земной поверхности зависят от следующих основных факторов:

- а) мощности, угла падения и глубины разрабатываемых пластов;
- б) размеров очистных выработок, последовательности прохождения и взаимного положения границ очистных выработок в одном пласте и свите пластов;
- в) структурных особенностей массива горных пород (строения вмещающих пород, наличия разрывных и пликтивных нарушений, изменчивости залегания пород и физико-механических свойств пород;
- г) способа управления горным давлением;
- д) скорости подвигания забоя и скорости развития работ вкрест простирания.

При определении границ зоны влияния подземных разработок по данным наблюдений приняты следующие значения деформаций земной поверхности при расстояниях между реперами 15-20 м: наклоны $i = 0,5 \cdot 10^{-3}$, растяжение $\varepsilon = 0,5 \cdot 10^{-3}$.

Управление газовыделением на выемочных участках угольных шахт. При интенсивной отработке пологих газоносных угольных пластов комплексно механизированными очистными забоями в условиях Кузнецкого угольного бассейна успешно применяется комбинированная схема проветривания выемочных участков с изолированным отводом метановоздушной смеси и дегазацией выработанного пространства скважинами, пробуренными с земной поверхности. Анализ мирового опыта отработки свит газоносных пластов, а также опыта отработки запасов с рекордными нагрузками на лаву в условиях шахты «им.В.Д.Ялевского» показал, что эффективность применения такой схемы управления газовыделением на выемочных участках определяется параметрами применяемых схем дегазации и изолированного отвода. Так для снятия ограничений нагрузок на очистной забой по фактору «вентиляция» при отработке с рекордной для России интенсивностью запасов пласта 50 на шахте «им.В.Д.Ялевского» в 2017-2018 гг. был использован способ изолированного отвода с использованием двух газоотсасывающих трубопроводов, заведенных за переключку в задней вентиляционной сбойке и проложенных к дегазационным скважинам большого диаметра (700 мм), пробуренных на флангах выемочного участка, в устье которых установлены газоотсасывающие вентиляторы УВЦГ-9, каждый из которых обеспечивает удалением порядка 350-500 м³/мин (с учетом фактической депрессии трубопровода и скважин).

Б)

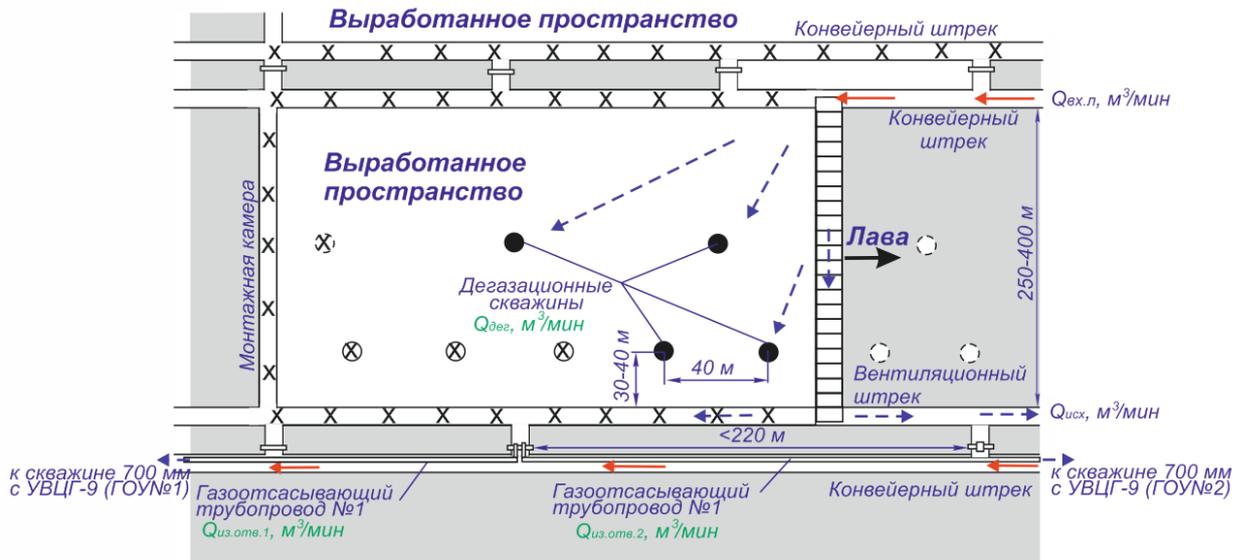


Рис. 5. Управление газовыделением на выемочном участке шахты «им.В.Д.Ялевского»

Вместе с тем анализ опыта применения такой схемы управления газовыделением на шахте «им.В.Д.Ялевского» показал наличие значительного числа вариантов ее реализации с различными параметрами как схемы дегазации, так и изолированного отвода, эффективность и стоимость реализации которых, конечном итоге, изменялась в значительном диапазоне даже в пределах одной шахты. На рисунке 6 представлены варианты расположения вертикальных дегазационных скважин при отработке пласта 52 в условиях шахты им.В.Д.Ялевского (бывшие шахты «Котинская» и «№7»). Как видно из рисунка основными вариантами расположения скважин являются: расположение рядов скважин вдоль воздухоподающей и воздухоотводящей выработок (рисунок 6, А); вдоль воздухоотводящей выработки и по центру выемочного столба (рисунок 6, В); вдоль воздухоотводящей выработки (рисунок 6, С); по центру выемочного столба. Кроме различных схем расположения рядов варианты отличаются также расстоянием ряда скважин от соответствующей выработки (основные варианты – смещение ряда на 30 м или 70 м) и расстоянием между дегазационными скважинами, которое составляет от 40 до 80 м.

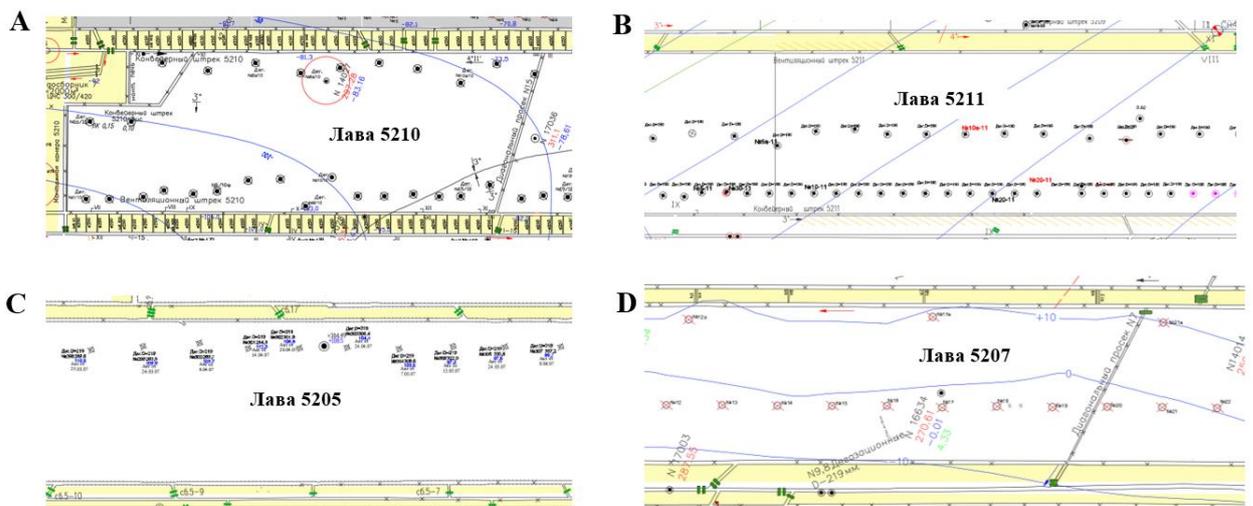


Рис. 6. Выкопировки из планов горных работ по пласту 52 шахты «им.В.Д.Ялевского»

В качестве примера на рисунке 6 представлены данные об объемах удаляемого на выемочном участке 5209 шахты «им.В.Д.Ялевского» метана: скважинами (три ряда скважин с различными параметрами), изолированным отводом и вентиляцией. Как видно из рисунка 7 основной объем метана приходится на скважины, располагаемые у конвейерного штрека, которые удаляют метановоздушную смесь со средней концентрацией метана порядка 70%. Концентрация метана в смеси, удаляемой скважинами, располагаемыми в ряду со смещениями от вентиляционного штрека 30 м, составляет в среднем 35 %, скважинами со смещением от штрека 60 м – 45%. Следует отметить периодичность пиковых значений метановыделения в выработанное пространство, связанную с периодичностью протекания геомеханических процессов. Взаимосвязь геомеханических и газодинамических процессов в условиях шахты им.В.Д.Ялевского была рассмотрена авторами статьи в ранее опубликованных работах.

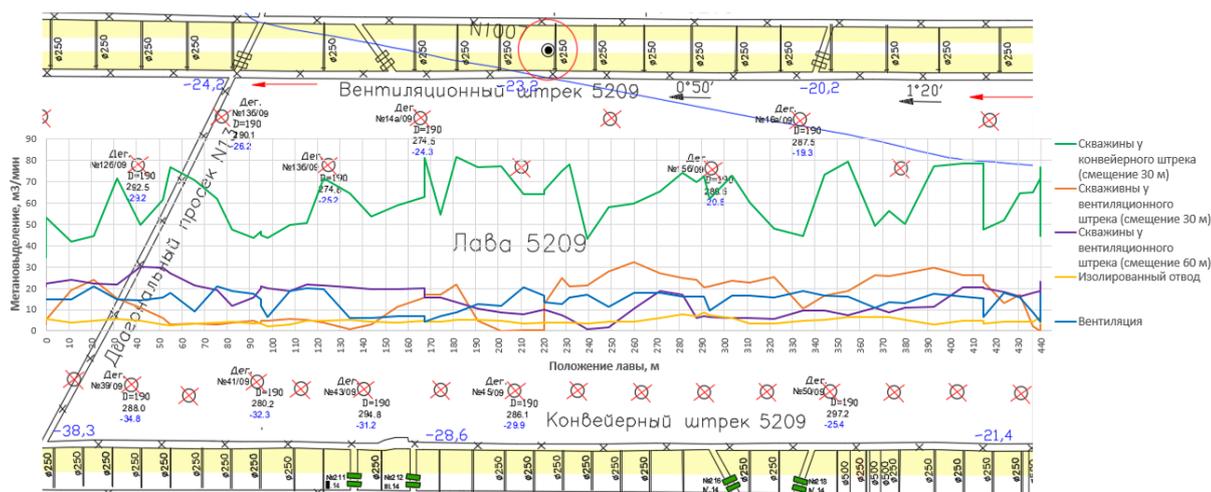
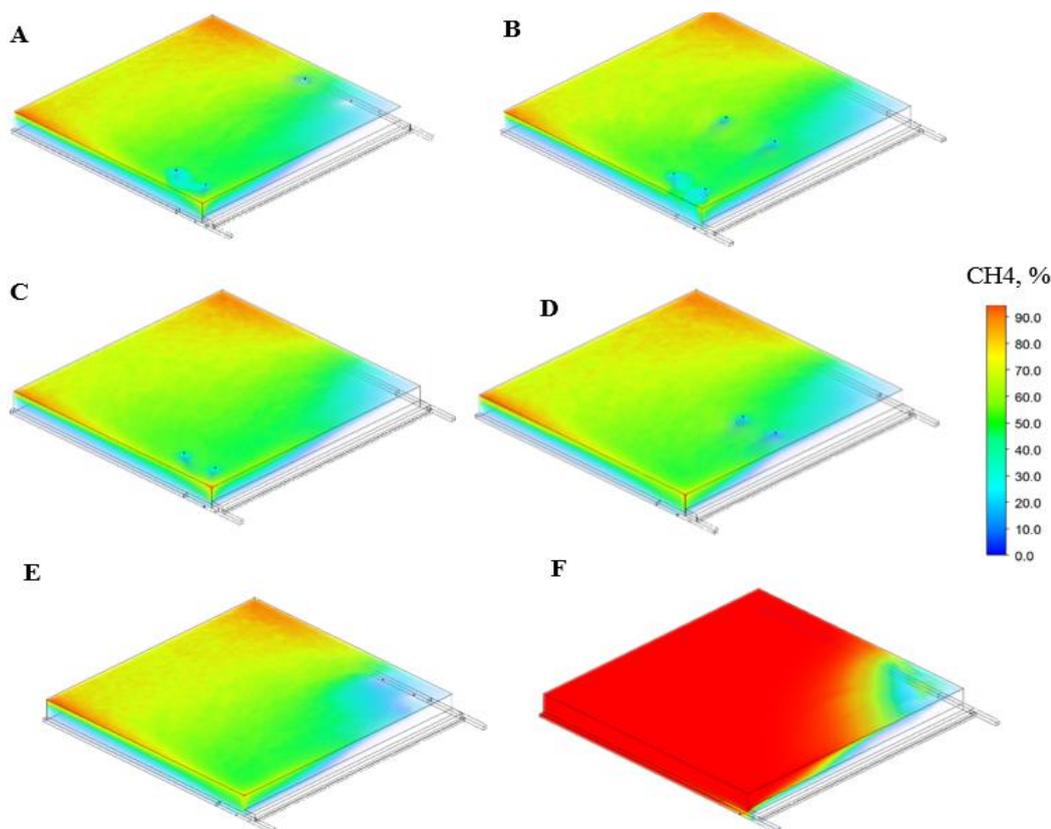


Рисунок 7 – Динамика объемов удаляемого на выемочном участке метана и выкопировка из плана горных работ

При стоимости бурения скважин порядка 5-9 тыс руб на 1 м длины затраты на бурение одной скважины в рассматриваемых условиях могут достигать 3 млн руб. Таким образом, в условиях постоянного усложнения условий угледобычи, вызванного как увеличением глубины ведения горных работ и газоносности разрабатываемых пластов, так и ростом нагрузок на очистные забои, актуальной задачей является выбор лучших доступных технологий управления газовойделением в выработки выемочных участков с обоснованием их параметров для обеспечения лавы максимума эффективности их применения и минимизации затрат на их реализацию.

Одним из эффективных инструментов выбора и обоснования параметров схем управления газовойделением в настоящее время является компьютерное моделирование с использованием методов и подходов механики сплошной среды, которое широко используется за рубежом в том числе для обоснования параметров дегазации выработанного пространства с использованием вертикальных скважин, пробуренных с земной поверхности. Однако, полученные авторами данных исследований результаты и выводы справедливы лишь для конкретных горно-геологических и горнотехнических условий и разработанные практические рекомендации не могут быть использованы в других шахтах. Вместе с тем, методические подходы к моделированию, изложенные в работах зарубежных исследований, обеспечивают получение адекватных результатов, позволяющих оценивать эффективность различных схем и параметров управления газовойделением. Следует отметить, что наибольшую сложность при разработке моделей выемочных участков представляет моделирование выработанного пространства, а именно

задание проницаемости и пористости, которые претерпевают существенные изменения в пределах выработанных пространств и могут различаться на несколько порядков.



А – два ряда скважин смещены к подготовительным выработкам; В – один ряд скважин у центра и один у воздухоотводящей выработки; С – один ряд скважин у воздухоотводящей выработки; D – один ряд скважин по центру; E - один ряд скважин у воздухоподающей выработки; F - вентиляционные скважины не работают (отсутствуют)

Рисунок 8 – Концентрация метана (%) при различных схемах расположения дегазационных скважин

Реализация схем проветривания выемочных участков с изолированным отводом метана из выработанного пространства предусматривается как за счет общешахтной депрессии, так и с помощью газоотсасывающих установок (далее - ГОУ).

Сложность решения задачи определения рациональных параметров расположения дегазационных скважин обуславливается изменением параметров зон интенсивного газовыделения, как в пространстве, так и во времени. Так же следует отметить существенное влияние на геомеханические и газодинамические процессы целого ряда горно-геологических и горнотехнических факторов. К основным горнотехническим факторам следует отнести: скорость подвигания очистного забоя, длину лавы, влияние подработки. С увеличением скорости подвигания очистного забоя, как правило, увеличивается шаг обрушения основной кровли, и возрастает отставание развития геомеханических и газодинамических процессов от очистного забоя. Последующее обрушение кровли приводит к росту интенсивности газовыделения с абсолютными значениями, превышающими аналогичные при меньшем шаге обрушения основной кровли. Увеличение длины лавы приводит, как правило, к снижению шага обрушения основной кровли и снижению отставания интенсивного газовыделения от очистного забоя. Отработка запасов подработанных пластов (при условии эффективного защитного действия подработки, как регионального мероприятия обеспечения геодинамической безопасности) сопровождается снижением шага обрушения основной кровли и уменьшением неравномерности газовыделения в выработанном пространстве за счет

повышения проницаемости подрабатываемого массива. Таким образом, в общем случае влияние шага обрушения на интенсивность и неравномерность газовыделения проявляется следующим образом: увеличение шага обрушения приводит к росту неравномерности газовыделения в выработанном пространстве, и наоборот - уменьшение шага обрушения кровли обеспечивает снижение максимальных значений абсолютного метановыделения. К основным геологическим факторам, определяющим протекание геомеханических и газодинамических процессов, следует в первую очередь отнести физико-механические свойства пород основной кровли и мощность междупластья до основных газоносных пластов.

При определении параметров дегазации необходимо учитывать отставание развития геомеханических и газодинамических процессов в пространстве и во времени от очистного забоя. На рисунке 9 представлена схема, поясняющая указанную особенность протекания газо-геомеханических процессов в подработанном массиве горных пород.

Таким образом, дегазация должна обеспечивать удаление метановоздушной смеси из сближенных пластов в зонах разгрузки, формируемых при подработке с отставанием от очистного забоя, в период, предшествующий газовыделению из этих пластов в выработанное пространство выемочного участка. То есть минимальное отставание скважин от очистного забоя обусловлено отставанием развития геомеханических процессов, а максимальное – возможностью извлечения основной части метана до его поступления в выработанное пространство выемочного участка.

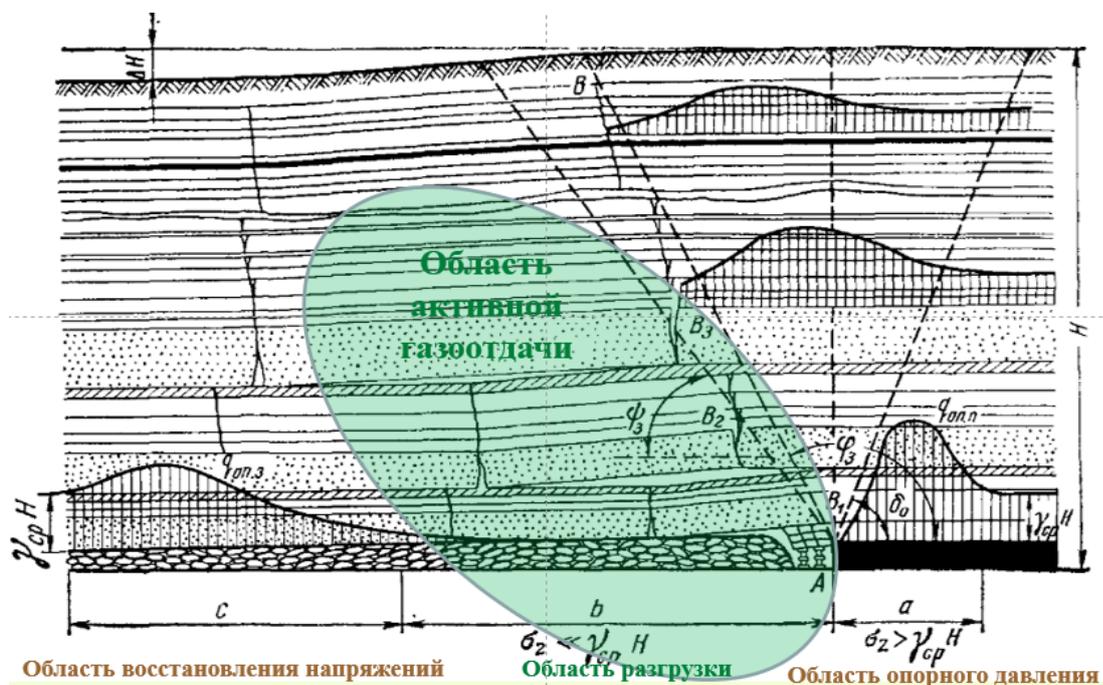


Рис. 9. Схема, поясняющая взаимосвязь протекания геомеханических и газодинамических процессов

Расчеты параметров проветривания выемочных участков строящихся и действующих шахт выполняются по данным о природной газоносности угольных пластов, полученным при геологоразведочных работах. Для действующих шахт расчеты параметров проветривания выемочных участков выполняются по данным о природной газоносности угольных пластов, полученным при их отработке.

Природная газоносность отработываемых угольных пластов действующих шахт по фактическим значениям метановыделения лав-аналогов определяется на основе данных метановыделения за весь период их отработки после посадки основной кровли.

Для организации безопасной эксплуатации выемочных участков с использованием схем проветривания с изолированным отводом метана из выработанного пространства

должны соблюдаться следующие условия:

- обеспечение концентрации метана в расположенных в подземных горных выработках газоотсасывающих трубопроводах не более 3,5%, а в подземных ГОУ - не более 3%;

- обеспечение концентрации метана в дренажных выработках, в вентиляционных скважинах, в расположенных на поверхности газоотсасывающих трубопроводах и на поверхностных ГОУ - до 3,5%;

- обеспечение концентрации метана на выходе из смесительной камеры не более 2%;

- изоляция выработанных пространств и газодренажных выработок от действующих горных выработок взрывоустойчивыми изоляционными перемычками;

- для схем проветривания с использованием газодренажных выработок установка не менее двух взрыволокализирующих устройств, в выработке за монтажной камерой и перед газодренажной скважиной.

**Конспект лекций по дисциплине (модулю)
«Снижение негативного воздействия на окружающую среду»**

Лекция 1. «Характеристика земель, нарушенных при добыче угля подземным способом»

Ощутимый урон окружающей среде наносят отвалы угольной промышленности — терриконы, особенно горящие. В угольных отвалах накоплены тысячи тонн породы, которые занимают огромные территории. Большинство отвалов являются горящими, но даже те терриконы, которые кажутся потухшими, на самом деле продолжают тлеть. В их недрах держится высокая температура, кроме того, там в избытке накоплен мышьяк, ртуть, цианиды, сера и другие вредные вещества и их соединения.

Большое количество отвалов обусловлено как значительной глубиной залегания угольных пластов, при которых велик объем горно-капитальных работ, так и преобладающей мощностью пластов в пределах 0,6-1,5 м, при отработке которых породы от подготовительных, а также очистных горных выработок практически полностью выдаются на поверхность.

Отвалы принимают породу от отдельной шахты, обогатительной фабрики или от группы угольных предприятий. Наибольший вред природному ландшафту наносится отсыпкой конических и хребтовых отвалов, высота которых в отдельных случаях достигает 110–120 м. Размер и форма отвалов влияют на интенсивность теплообмена в глубинных зонах, определяют фильтрующие свойства отвалов и способствуют или препятствуют генерации и аккумуляции тепла. Наиболее интенсивные процессы протекают на гребнях плоских и на вершинах конических отвалов, которые легко обдуваются потоками атмосферного воздуха. Вместе с тем, имеет место очаговое горение породы на поверхности отвалов различной конфигурации.

Проведенные на территории исследования показывают, что отвалы с высотой менее 30 м практически не горят, с высотой до 50 м горят 60% отвалов, до 90 м – 87%, свыше 90 м – горят практически все отвалы. По температурному состоянию отвалы делятся на горящие и негорящие. Отвал считается горящим, если на нем имеется хотя бы один очаг горения (независимо от его площади) с температурой пород на глубине до 2,5 м более 80°C. Газы, выбрасываемые в атмосферу горящими отвалами, состоящие из H₂S, SO₂, CO, CO₂, NH₃, H₂O, CH₄, F, Cl, As и других токсичных элементов и соединений, оказывают существенное влияние на почвенный и растительный покров, животный мир, продуктивность лесных и сельскохозяйственных угодий на территориях, прилегающих к отвалам.

Вокруг организованных источников загрязнения, в том числе и породных отвалов, с учетом вредности выбросов загрязняющих веществ устанавливаются санитарно-защитные зоны (СЗЗ) радиусом от 1000 до 80 м (первый и пятый класс опасности выбросов загрязняющих веществ соответственно).

Основные термины и определения в области снижения негативного воздействия на окружающую среду приведены ниже.

Нарушенные земли - земли, утратившие свою хозяйственную ценность или являющиеся источником отрицательного воздействия на окружающую среду в связи с нарушением почвенного покрова, гидрологического режима и образованием техногенного рельефа в результате производственной деятельности человека.

Техногенный ландшафт - скопление косной (и биокосной) материи, представленной зданиями и сооружениями, коммуникациями, орудиями и средствами техники, разнообразными продуктами и отходами производственной деятельности общества, отбросами жизни людей и тому подобными образованиями, не встречающимися в составе естественной, не измененной человеком природы.

Промышленные отвалы - это антропогенные образования, представляющие собой искусственные насыпи из переотложенного материала, преимущественно вскрышных

пород, образовавшихся при добыче полезных ископаемых, или же из отходов (хвостов) предприятий перерабатывающей промышленности и других производств, в том числе из отходов, получаемых при сжигании топлива на тепловых электростанциях. В какой-то степени близки к промышленным отвалам все перекрытые и переотложенные грунты, образующиеся при прокладке дорог и рытье каналов, а также отходы строительной и лесной промышленности.

Рекультивация земель - комплекс работ, направленных на восстановление продуктивности и народохозяйственной ценности нарушенных земель, а также на улучшение условий окружающей среды. На действующих предприятиях, связанных с нарушением земель, рекультивационные работы должны быть неотъемлемой частью технологических процессов.

Биологический этап рекультивации - этап рекультивации земель, включающий мероприятия по восстановлению их плодородия, осуществляемые после технической рекультивации. К нему относится комплекс агротехнических и фитомелиоративных мероприятий, направленных на возобновление флоры и фауны.

Направления рекультивации - определенное целевое использование рекультивированных земель в народном хозяйстве: *сельскохозяйственное* - создание на нарушенных землях сельскохозяйственных угодий (пашен, сенокосов, пастбищ и др.); *лесохозяйственное* - создание лесных насаждений различного типа; *рыбохозяйственное* - создание в понижениях техногенного рельефа рыбоводческих водоемов; *водохозяйственное* - создание в понижениях техногенного рельефа водоемов различного назначения; *рекреационное* - создание на нарушенных землях объектов отдыха; *санитарно-гигиеническое*, которое предусматривает биологическую или техническую консервацию нарушенных земель, оказывающих отрицательное воздействие на окружающую среду, рекультивация которых для хозяйственного использования экономически не эффективна; *строительное* - приведение нарушенных земель в состояние, пригодное для промышленного и гражданского строительства.

Технический этап рекультивации - этап рекультивации земель, включающий их подготовку для последующего целевого использования в народном хозяйстве.

Стадии технического этапа рекультивации - планировка, формирование откосов, снятие, транспортировка и нанесение почв и потенциально плодородных пород на рекультивируемые земли. Строительство дорог, гидротехнических и мелиоративных сооружений и др.

На месте терриконов, если их утилизировать или заложить ими выработанное пространство можно построить детскую площадку или парк, таким образом улучшив и экологическую обстановку и условия проживания населения. Но первым шагом в рекультивации породных отвалов шахты необходимо осуществить санитарно-гигиеническое направление, которое предусматривает озеленение всех видов породных отвалов различными способами с целью сокращения их вредного влияния на окружающую природную среду и включает последовательное выполнение вначале технического, а затем биологического этапа.

Технический этап рекультивации определяется условиями и выбранным направлением рекультивации, параметрами рекультивируемого объекта, составом необходимых специальных работ, а также оборудованием для их выполнения.

Организация работ, должна обеспечивать их эффективность и качество при соблюдении безопасных условий труда. Биологический этап рекультивации включает комплекс мероприятий по внесению органических и минеральных удобрений, посадку почвоулучшающих деревьев и кустарников.

Многолетний опыт свидетельствует, что наиболее эффективной является технология озеленения многолетними травами. Наиболее устойчивыми являются злаковые: пырейщик новоанглийский, кострец безостовый, а также бобовые: домник белый, домник лекарственные, моцерия посевная. Лучшие результаты достигаются при посеве злаково-бобовых смесей с соотношением 2:1 по массе. Норма посева 35-40 кг на га. В связи с

малой вероятностью укоренения трав на быстро иссушаемом поверхностном слое отвала более предпочтительно высаживать кустарниковые или древесные растения, корневая система которых углубляется при посадке в слои с лучшим водным режимом. Кроме того, при посадке деревьев или кустарников на склонах отвала улучшается их механическая стойкость к смещению (сползанию) поверхностного слоя.

Посадку деревьев и кустарников рекомендуется производить рядами на микротеррасах, расположенных поперек склона. Для посадки используются стандартные однолетние сеянцы деревьев и кустарников. Ассортимент древесных растений и кустарников, рекомендуемый для озеленения отвалов, предусматривает следующие деревья: белая акация, береза бородавчатая, вяз перисто-ветвистый, вяз мелколистный, вяз гладкий, вяз ясенелистый. Из кустарников рекомендуется бирючина обыкновенная, желтая акация, клен татарский.

Породы перегорелых терриконов отличаются от свежей исходной массы пород большей однородностью, что облегчает их утилизацию. Особенностью горелых пород шахтных терриконов является их высокая микропористость и, как следствие, появление микрощелей при самообжиге, поэтому они являются хорошим наполнителем для асфальтового вяжущего и различных мастик. Физико-химические свойства этих пород позволяют использовать их в строительстве, для устройства тротуаров, автодорог, для изготовления керамзита, насыпных грунтов и в качестве удобрений. Из глинистых сланцев террикона можно изготавливать строительный кирпич, который легче глиняного и обладает лучшими теплоизоляционными свойствами. Наибольшее применение горелые породы нашли при устройстве нижнего слоя двухслойных оснований под асфальтобетонные покрытия. Особое место в производстве изделий из горелых пород занимают крепежные бетониты – блоки разной величины и массы, особой формы, применяющиеся для крепления горных подземных выработок. В будущем возможно получение из отвалов в виде побочной продукции серы, количества которой в отвалах довольно высоки (0.5%). Ее можно рассматривать как потенциальный источник серосодержащего сырья. Высокое содержание Al_2O_3 характерно для пород терриконов (до 28% в аргиллитах и до 44% в тонштейнах). В среднем, содержания Al_2O_3 составляют: в текущих отходах угледобычи – 23,1%, отвалах обогатительных фабрик – 20,2%, отходах флотации – 25,8%, породных отвалах – 21,7%. Для улучшения экологической ситуации необходимо отвалы потушить, озеленить, рекультивировать и максимально использовать. Использование породных отвалов принесет не только экологический, но и экономический эффект.

Контрольные вопросы

1. Биологическая рекультивация: определение термина.
2. Направления рекультивации.
3. Критерии выбора рациональных направлений рекультивации.
4. История развития идей по проблеме биологической рекультивации.
5. Техногенный ландшафт это.
6. Классификация промышленных отвалов и выемок.
7. Промышленные отвалы и их неблагоприятные воздействия на окружающую среду.
8. Классификация промышленных отвалов.
9. Классификация промышленных отвалов.
10. Основные формы рельефа нарушенных открытыми горными разработками земель.
11. Главные изменения в ландшафтах, рельеф которых изменен открытыми горными разработками.
12. Состав и свойства вскрышных пород, слагающих отвалы при карьерном (открытом) способе добычи полезных ископаемых.
13. Основные признаки, характеризующие пригодность пород для биологической рекультивации.

14. Классификация пород вскрыши угольных бассейнов по их пригодности для биологической рекультивации.

15. Свойства пород вскрыши, определяющие их непригодность для биологической рекультивации.

16. Назовите основные мероприятия, которые внедряются на российских и зарубежных предприятиях и направлены на повышение безопасности подземной угледобычи.

Лекция 2. «Особенности биологического этапа рекультивации отвалов».

Основные типы нарушенных промышленностью земель являются:

1. Нарушенные земли горнодобывающей промышленности:

- промышленные отвалы, образованные при добыче угля;
- глубокий (до 500 м) угольный разрез.

2. Нарушенные земли предприятий перерабатывающей промышленности:

- золоотвалы (шлакоотвалы) тепловых электростанций, работающих на высокозольных углях.

Рекультивация таких земель должна проводиться в 3 этапа на территориях, нарушенных горными работами:

Этап I - подготовительный. Обследование и типизация нарушенных территорий, изучение специфики условий, определение направления рекультивации.

Этап II - горнотехнический. Рациональное формирование поверхности отвалов и карьеров.

Этап III - биологическая рекультивация. Сюда входит окончательное восстановление плодородия и биологической продуктивности нарушенных земель, создание сельскохозяйственных и лесохозяйственных угодий, разведение рыбы в водоемах, дичи в созданных лесах, т. е., иными словами, создание фитоценозов различного назначения.

Особую ценность имеют работы по биологической рекультивации в тех случаях, когда нарушенными оказываются бывшие сельскохозяйственные угодья.

Наметившиеся тенденции к сокращению площади пашни, приходящейся на душу населения при одновременном увеличении его численности, ставят проблему сохранения и восстановления земель для сельскохозяйственных нужд в число первоочередных.

Методы создания искусственного растительного покрова на нарушенных промышленностью землях.

Подбор ассортимента. Далеко не все виды высших растений могут нормально расти и развиваться в условиях специфической среды субстратов промышленных отвалов. Так, для установления ассортимента видов, пригодных для фитомелиорации отвалов, было испытано более 230 видов, а засоленных красных шламов - 160 видов, из которых признано пригодными для указанной цели соответственно 30 и 8.

Столь же специфичны по экологическим условиям и отвалы, возникающие при открытой добыче полезных ископаемых. Для условий Кузбасса, например, из 34 видов деревьев и кустарников, высаженных на отвалах, сложенных аргиллитами, алевролитами и песчаниками, оказались безусловно пригодными лишь 8 видов.

Для облесения отвалов целесообразно использовать олиготрофные виды, т. е. виды малотребовательные к плодородию почвы (например, сосна обыкновенная, береза бородавчатая и др.). Наличие симбиотических отношений между древесными растениями (сосна, лиственница, березы) и микоризообразующими грибами или между бобовыми травянистыми видами (клевером, люцерной, донником и др.) и клубеньковыми бактериями способствует улучшению роста растений в неблагоприятных условиях среды.

Олиготрофность видов, а также их засухоустойчивость и солеустойчивость являются важными характеристиками при выборе ассортимента видов как для лесной, так и для сельскохозяйственной рекультивации.

Надо учитывать и дополнительный экологический фактор - такой, как загрязнение атмосферы промышленными выбросами. У растений отсутствуют какие-либо

специальные механизмы приспособления к таким факторам среды, они эволюционно не выработаны, так как бурный рост видов загрязнения и их интенсивности наблюдается в начале половине XXI в.

Как правило, растения, устойчивые к действию одного загрязнителя, поражаются другими ингредиентами промышленных выбросов. Отсутствие растений, комплексно устойчивых к загрязненной атмосфере, заставляет индивидуально подходить к подбору ассортимента видов для данных условий. Наибольший эффект биологической рекультивации может быть получен при использовании видов широкой экологической амплитуды, способных в короткий срок сформировать высокопродуктивное растительное сообщество.

Мероприятия биологического этапа рекультивации.

Помимо разработки биологических аспектов проблемы, возникает необходимость решения вопросов, относящихся к области опытно-агрономических исследований (норма высева - 3-4-кратная, смешанные или одновидовые посева, способы посевов и посадок, гидропосев и т. д.).

Гидропосев имеет определенные преимущества перед обычным способом посева, особенно при укреплении отвалов и бортов карьеров от водной и ветровой эрозии, где возможности механизации работ ограничены или очень трудоемки.

Сельскохозяйственные угодья на отвалах могут создаваться двумя способами:

- на грунтах (субстратах), свойства которых улучшаются путем покрытия их гумусированным слоем почв;
- непосредственно на грунтах, складированных в отвалы.

Грунты (субстраты) отвалов в своем большинстве малопригодны для роста и развития растений, т. е. грунты и субстраты отвалов не обладают основным свойством почв - эффективным плодородием.

В. В. Докучаев писал, что следует разуметь под почвой исключительно только те дневные и близкие к ним горизонты горных пород, все равно каких, которые были более или менее естественно изменены взаимным влиянием воды, воздуха и различного вида организмов - живых и мертвых. Где этого условия нет, там нет и естественных почв, а есть или искусственная смесь, или чисто горная порода.

Одним из наиболее распространенных способов улучшения грунтов (субстратов) для сельскохозяйственного освоения является так называемое «землевание», т. е. нанесение на поверхность отвалов гумусированного слоя почвы или пригодных для выращивания растений грунтов разной мощности. Так, ряд исследователей считают, что этот слой должен быть 0,5-1,0 м. По мнению других - 1,5-2,0 м. Можно представить, во сколько раз подорожает горнотехнический этап рекультивации. Да и не везде можно найти такое количество плодородной почвы для нанесения. В частности, на Урале, где широкое распространение имеют маломощные сильно каменистые почвы, на большинстве промышленных предприятий как горнодобывающей, так и перерабатывающей промышленности нет запаса почвы или потенциально плодородных пород для «землевания». К тому же в регионе промышленное производство развивается интенсивно с конца XX в., а необходимость снятия, хранения и использования при биологической рекультивации почвы и потенциально плодородных пород законодательно.

Эксперименты доказали, что во многих случаях бывает достаточно 35-40 см. Но и при таком слое затраты значительны.

При токсичных породах (например, сульфидсодержащих) землевание бывает недостаточно. Требуется экранировать эти грунты глинистыми породами слоем 15-20 см для создания водоупора, чтобы токсичные вещества не поступали в плодородный слой. Эта мощность в условиях промывного типа водного режима достаточна, в условиях выпотного необходимо ее увеличение до 2-3 м.

Дефицит почвы заставляет искать выходы для минимального «землевания». Опытные работы проводились по испытанию слоя мощностью от 1-2 до 20-30 см.

Если подобрать соответствующий ассортимент культур и применить технологию внесения трех норм НРК или микробиологического препарата (технология ВНИИОСуголь г. Пермь), можно добиться хороших результатов без землевания или с минимальным землеванием.

Например, ВНИИОСуголь в Кизеловском угольном бассейне разработал и внедрил технологию ускоренной биологической рекультивации, которая предусматривала:

1) нанесение на поверхность отвалов обезвреженных бытовых осадков с иловых площадок городских очистных сооружений - бытовой осадок содержит биогенные элементы (азот, фосфор, калий), необходимые для стартового развития микрофлоры, которая, в результате своей жизнедеятельности (метаболизма), оказывает стимулирующее влияние на рост и развитие высших растений;

2) внесение гуминового препарата, полученного на основе использования угольных отходов и культуры микроскопических организмов;

3) посев смеси многолетних трав: костреца безостого, донников - белого и желтого.

Выбор указанных растений обусловлен следующими факторами. Кострец характеризуется высокой биоэкологической устойчивостью, обладает мощной корневой системой, хорошо задерживает влагу и устойчив к вымерзанию; донник выбран как растение, способствующее накоплению азота в почвогрунтах.

В отвальный грунт вносятся микроорганизмы, которые участвуют в процессах превращения азота и фосфора, т. е. переводят азот и фосфор из труднодоступных в доступные для растений формы, а также способствуют разрушению минералов и тем самым почвообразовательному процессу. В период всходов и кущения рекультивируемые участки инокулируются комплексом микроорганизмов, которые образуют и выделяют различные органические вещества, аминокислоты и витамины, крайне необходимые растениям в период всходов и кущения.

Эта ускоренная рекультивация дала положительный результат: рН среды возрос с 2-3 до 7, вес сырой биомассы на опытных участках с инокулятом составил 195,4 ц/га.

Широкое внедрение в практику данного способа позволит повысить плодородие отвальной породы, в более короткие сроки создать на шахтных отвалах устойчивые биогеоценозы без нанесения плодородного слоя почвы.

Многолетние травянистые растения должны возделываться с первых лет после окончания формирования поверхности отвалов. Это доказано работами немецких, чешских и других исследователей. Вместе с формированием значительной фитомассы, подземная часть которой обогащает грунты перегноем, многолетние травы препятствуют эрозии грунтов. Это важное свойство позволяет использовать многолетние травы и при создании растительного покрова на откосах бортов карьеров.

Из 200 видов многолетних и однолетних травянистых и древесных растений отобрано около 30 наиболее стойких и перспективных, которые рекомендуются для посевов и посадок на отвалах. В числе их хозяйственно ценные растения: люцерна синегибридная, эспарцет песчаный, клевера белый и луговой и

др.

Созданная в первые годы работы лаборатории методика фитомелиорации отвалов перерабатывающей промышленности в своей основе, но с различными модификациями, была принята и для биологической рекультивации породных отвалов - отвалов горнодобывающей промышленности.

Горнотехнический этап рекультивации включает в себя работы по планировке поверхности отвалов (созданию рельефа), нанесению плодородного или потенциально плодородного слоя, внесению основного минерального удобрения.

Биологический этап рекультивации включает в себя посев многолетних трав, посадку древесных и кустарниковых видов, уход за ними.

В ходе длительных исследований была доказана возможность улучшения свойств субстратов с помощью различных приемов. Исходя из местных особенностей

расположения отвалов возможны следующие основные приемы обогащения их поверхности необходимыми для роста и развития растений питательными веществами.

1. Прием «землевания» - нанесение на поверхность отвалов почвы, торфа или потенциально плодородного грунта, толщина слоя которых может колебаться от 2-4 см (на отвалах) до 20-50 см и более (на породных отвалах).

При землевании поверхность отвалов может покрываться как равномерно по всей площади, так и полосами, причем полосы с покрытием шириной 6-10 м каждая чередуются с такими же по размеру полосами без покрытия. Оба типа полос располагаются поперек господствующего направления ветров. Полосы с покрытием засеваются многолетними травами, а также практикуются посадки деревьев и кустарников. Такой способ покрытия дает экономию как посевного и посадочного материала, так и наносимого покрытия.

2. Внесение полного минерального удобрения (КРК) с учетом имеющегося содержания питательных веществ в субстрате, слагающем отвал, которое делится на два этапа: осенью вносятся фосфорные и калийные удобрения из расчета 60-90 кг действующего начала на гектар; весной внести азотные удобрения - 90-120 кг/га из расчета 30-45 кг действующего начала на гектар.

Ежегодная подкормка посевов способствует лучшему развитию культур и скорейшему задернению отвалов.

3. Полив поверхности отвалов, в частности золоотвалов, в течение вегетационного периода обезвреженными сточными водами (после прохождения их через очистные сооружения). Полив следует проводить как до посева, так и после, начиная с 10-го дня после посева, в течение всего вегетационного периода (с мая по сентябрь) из расчета 200-500 м³/га за один раз, согласуя его с фазами развития растений. Состав применяемых сточных вод должен соответствовать нормам санитарно-эпидемиологической службы по содержанию вредных веществ.

Агротехника посева. *Предпосевная обработка* подготовленных площадей в зависимости от вида освоения, свойств субстрата может включать как безотвальную вспашку с почвоуглубителем, так и дискование или боронование тяжелыми боронами в 2-4 следа.

Подготовка семян. Семена злаковых трав не требуют предварительной обработки, но для улучшения всхожести их можно подвергнуть воздушно-тепловому обогреву.

Семена бобовых по правилам следует подвергать скарификации. Но как показал наш опыт, при посеве на отвалах этот прием можно не проводить, т. к. семена, не проросшие в первый год, пополняют количество растений в последующие годы. Хорошие результаты дает обработка семян бобовых бактериальными удобрениями, в частности нитрагином, из расчета 1 кг (2 бутылки) на рекомендуемую гектарную норму высева семян.

Сроки посева. Посев семян проводится или рано весной - с 25 апреля до 15 мая или летом—с 20 июля по 10 августа, т. е. в период выпадения осадков.

Посев семян можно проводить как ручную, так и механизированным способом с использованием зернотравяной (СЗТ-47) или овощной (СОН-2,8) сеялки с последующим боронованием и прикатыванием гладким катком.

Глубина заделки семян. Мелкие семена заделываются на глубину 1-2 см, крупные - 3-4 см.

Ассортимент растений и агротехнические приемы создания растительного покрова на отвалах. Чтобы получить на отвалах травяной покров санитарно-гигиенического назначения, следует использовать виды многолетних растений, способные быстро формировать дернину и прекращать дефляцию субстратов. К таким видам из злаков относятся: овсяница красная, мятлик луговой, кострец безостый, полевица белая. Из бобовых целесообразно вводить донники белый и желтый - двулетние растения, обладающие хорошим семенным возобновлением. При создании травяного покрова хозяйственного значения включаются высокопродуктивные кормовые культуры: кострец

безостый, овсяница луговая, житняк гребенчатый, регнерия омская, люцерна синегибридная, эспарцет песчаный.

Норма высевы семян. Для фитомелиорации отвалов норму высевы семян многолетних трав следует увеличивать в 2-4 раза по сравнению с обычной полевой в связи с неблагоприятными водно-физическими и агрохимическими свойствами субстратов отвалов. Кроме того, норма высевы семян должна устанавливаться с учетом хозяйственной годности семян.

Для создания на отвалах декоративных пятен пригодны однолетние цветочные культуры: люпин однолетний, космея, ноготки, циния, василек синий, ленок, мак и др.

Одновременно с посевом многолетних трав следует проводить посадку деревьев и кустарников, формируя из них защитные полосы или небольшие «колки», что будет способствовать накоплению снега, уменьшению водной и ветровой эрозии поверхности отвалов. Для этого рекомендуются следующие деревья и кустарники: тополь бальзамический, яблоня мелкоплодная, осина, береза бородавчатая, береза пушистая, ива козья, ива пятитычинковая и др., сосна обыкновенная, карагана желтая, шиповник коричный, раkitник русский, малина лесная, облепиха, смородина золотистая, клен американский, лох узколистный и др. Возможно создание крупноплодных культурдендроценозов. Посадку древесных и кустарниковых видов на отвалах как правило проводят в ямки или траншеи с внесением плодородной почвы.

Культурфитоценозы, формируемые на отвалах путем посева многолетних трав уже на третий год жизни дают прочную дернину, сомкнутый травостой и пригодны для сенокосения. Урожайность сена колеблется от 10,5 до 26 ц/га (злаки); от 20 до 45,5 ц/га (бобовые).

В настоящее время сотрудниками лаборатории обследовано и рекогносцировано около 30 тыс. га отвалов, из которых более 2 тыс. га, на базе экспериментальных и производственных посевов по рекомендации лаборатории, рекультивированы и используются как сенокосные угодья.

Рекультивированные территории промышленных отвалов по такой технологии на Урале лишь частично используются как сельхозугодья (преимущественно сенокосы и пастбища). Породные отвалы Богословского и Веселовского угольных месторождений и некоторые другие. Часто данную технологию с минимальным улучшением свойств субстрата и посевом многолетних трав используют при рекреационном и санитарно-гигиеническом направлениях рекультивации.

Рекреационное направление биологической рекультивации - создание на нарушенных землях объектов отдыха;

Санитарно-гигиеническое направление биологической рекультивации, которое предусматривает биологическую или техническую консервацию нарушенных земель, оказывающих отрицательное воздействие на окружающую среду, рекультивация которых для хозяйственного использования экономически не эффективна;

Модель первая - основная, универсальная. Предусматривает создание на поверхности устоявшихся отвалов горных пород плодородного слоя почвенной массы оптимальной толщины 50-60 см. Позволяет вести традиционное земледелие, не отличающееся от зонального на ненарушенных территориях. Технология создания такого эдафотопы состоит из следующих взаимосвязанных этапов: первичной планировки поверхности отвалов, фитомелиоративного периода на время стабилизации поверхности, повторной планировки, нанесения плодородного слоя почвенной массы.

При рекультивации земель в Никопольском марганцеворудном бассейне используется техническая смесь почвенной массы гумусо-аккумулятивного и первого переходного горизонтов чернозема южного с содержанием гумуса 3,4 % (варьирование от 2,7 до 4,3 %). Запасы гумуса являются основным критерием при определении рациональной толщины наносимого слоя почвенной массы. В ненарушенных зональных черноземах южных общие запасы гумуса в почвенном профиле (слой до 70 см) составляют от 217 до 381 т/га при среднем показателе 298 т/га. В 10-см слое смеси гумусо-

аккумулятивного и первого переходного горизонтов запасы гумуса составляют 48 (38-60) т/га. Для создания искусственного эдафотопа с запасами гумуса, равными запасам в зональных ненарушенных почвах, необходимо нанесение 50-60 см слоя почвенной массы. Объем наносимого слоя составляет 5-6 тыс. м /га.

Модель вторая - повышенного плодородия. Отличается от основной качественными или количественными характеристиками насыпного слоя почвенной массы. Осуществляется за счет увеличения толщины насыпного слоя почвенной массы до 70-100 см или использования высокогумусированной почвенной массы (нанесения только гумусо-аккумулятивного горизонта).

Исследованиями установлено, что дополнительное нанесение 10-сантиметрового слоя до 80-100 см (сверх 50-сантиметрового слоя плодородной почвенной массы чернозема южного) повышает урожайность зерновых культур (наиболее отзывчивых на содержание гумуса) ежегодно в среднем на 1,4-3,8 ц/га. Такие рекультивированные земли рекомендуется использовать под севообороты с максимальным насыщением требовательных к почвенному плодородию сельскохозяйственных культур-мегатрофов, урожайность которых может повышаться на 20-40 %.

Модель третья — гидромелиоративная. В подзоне черноземов южных основным лимитирующим фактором является влага. При рекультивации земель появляется возможность создавать модели эдафотопов, обеспечивающих эффективное использование выпадающих осадков. Это достигается созданием трехслойной модели с двухрусной подстилающей основой. На спланированную поверхность после фитомелиоративного рельефостабилизирующего периода сначала наносится слой из водоупорных незасоленных глин мощностью 25-30 см, затем - водовмещающий слой из отложений легкого гранулометрического состава (30-50 см). Для создания этого слоя используются субстраты легкого или среднего гранулометрического состава (древнеэллювиальные пески, незасоленные лессовидные или красно-бурые суглинки). Гидрологический объем 10-сантиметрового слоя этих отложений может достигать 25-40 мм с водоотдачей 85-95 %. И последующее нанесение 50-60 см слоя почвы. Общая водо-вмещающая емкость этой модели обеспечивает практически полное поглощение выпадающих осадков и их рациональное использование агроценозами в течение вегетационного периода.

За счет этого плодородие рекультивированных земель может быть повышено на 25-35 %.

Модель четвертая - геомелиоративная. При вынесении на дневную поверхность геологических отложений с неблагоприятными для растений свойствами (фитотоксичные, в т. ч. пиритсодержащие, соленосные горные породы и пр.), последние перекрываются сначала лессовидными суглинками слоем 50-80 см, а затем - плодородным слоем почвенной массы толщиной 50-70 см. При этом лессовидные суглинки, содержащие 12-15 % углекислого кальция, служат геомелиоративным экраном, устраняя вредные свойства подстилающих горных пород.

Модель пятая - локальная. На основании длительных почвенно-биологических исследований по изучению реакции плодовых и ягодных насаждений на условия произрастания разработаны оптимальные параметры строения техногенных почв, обеспечивающих высокую продуктивность.

Под ягодные кустарники достаточно локального внесения плодородного слоя почвенной массы чернозема южного (смесь гумусо-аккумулятивного и первого переходного горизонтов) в траншеи (глубина 70 см, ширина - 100 см) при 3-метровых междурядьях.

Для создания плодовых насаждений целесообразно создавать модели с локальным внесением плодородной почвенной массы - в ямы. Минимальная мощность корнеобитаемого слоя для плодовых культур на слаборослых подвоях должна быть не менее - 1,2 м, для средне- и сильнорослых - до 2 м. Площадь поверхности ям должна составлять не менее 2-3 м².

Таким образом, под ягодные насаждения при траншейном способе достаточно локально внести 2700 м³/га плодородной почвенной массы, а под плодовые при ямочном способе посадки - от 1000 до 2000 м³, т. е. в 2,5-5 раз меньше, чем для создания универсальной модели рекультивированного эдафотопы.

Модель шестая - специальная. Искусственные эдафотопы в этой модели представлены потенциально-плодородными полиминеральными нефитотоксичными горными породами.

В процессе биологического освоения вскрышные горные породы подвергаются интенсивным процессам выветривания и почвообразования, изменяя эффективное плодородие от бедных (олиготрофных) субстратов до субстратов (мезотрофных) среднего уровня плодородия. Исключительно важную роль в их биологизации, на первых этапах освоения играют многолетние бобовые травы, благодаря которым стало возможным введение фитомелиоративных севооборотов в постфитомелиоративный период с урожайностью сена люцерны и эспарцета 37-45 ц/га, бобово-злаковых травосмесей - до 43-54 ц/га, зерна озимой пшеницы - до 35-41 ц/га.

При конструировании моделей искусственных эдафотопов создается уникальная возможность «делать земли под заказ» с наиболее рациональными параметрами и свойствами, позволяющими наиболее полно раскрыть генетический потенциал растений, с максимальным использованием биоклиматического потенциала местности.

Контрольные вопросы

1. Биологическая рекультивация отвалов, сложенных фитотоксичными и каменистыми породами.
2. Биологическая рекультивация отвалов, сложенных нетоксичными породами.
3. Классификация пород вскрыши Подмосковского угольного бассейна по их пригодности для биологической рекультивации.
4. Основные формы рельефа нарушенных горными разработками земель.
5. Главные изменения в ландшафтах, рельеф которых изменен горными разработками.
6. Состав и свойства вскрышных пород, слагающих отвалы при подземном способе добычи полезных ископаемых.
7. Основные признаки, характеризующие пригодность пород для биологической рекультивации.
10. Промышленные отвалы и их неблагоприятные воздействия на окружающую среду.

Лекция 3. «Экологический мониторинг»

«Хотя информация о состоянии окружающей среды используется человеком достаточно давно, однако только в последнее время она стала столь значимой, что появился новый термин «мониторинг». Мониторингом следует называть систему наблюдений, позволяющую выделить изменения состояния биосферы под влиянием человеческой деятельности и включающую в себя наблюдение, оценку и прогноз состояния природной среды. Мониторинг является необходимым условием организации управления ее качеством. Существуют разные уровни и виды мониторинга. Кроме того, организация системы мониторинга предполагает получение информации об исходном состоянии среды до наступления антропогенных изменений. Поскольку живые организмы наиболее комплексно отражают влияние неблагоприятных факторов на экосистемы, базовая информация поступает при биологическом мониторинге. Являясь частью экологического мониторинга, биологический мониторинг представляет собой систему слежения за ответной реакцией биоты, по существу, это мониторинг биоразнообразия и биоиндикация. Таким образом, хотя экологический мониторинг как процедура отслеживания понимается ныне очень широко, однако в первую очередь это биологические методы контроля состояния окружающей природной среды».

«Под экологическим мониторингом понимают разнообразные системы наблюдений за изменениями состояния окружающей среды в пространстве и во времени, вызванные антропогенными причинами, и позволяющие оценивать и прогнозировать развитие этих изменений».

В задачи экологического мониторинга входит:

- наблюдение за источниками антропогенного воздействия;
- наблюдение за факторами антропогенного воздействия;
- наблюдение за изменениями, происходящими в окружающей среде под влиянием антропогенного воздействия;
- наблюдение за состоянием здоровья населения, проживающего в зонах влияния техногенных факторов;
- анализ данных, оценка и прогноз изменений состояния природной среды в целом и отдельных ее компонентов под влиянием воздействующих факторов;
- разработка системы управления и оптимизации антропогенного воздействия на окружающую среду.

По масштабу наблюдений и характеру обобщения информации различают:

- *глобальный (биосферный) мониторинг*, осуществляемый на основе международного сотрудничества, которое в последние годы становится все более интенсивным;
- *национальный мониторинг*, осуществляемый в пределах государства специально созданными органами;
- *региональный мониторинг*, осуществляемый в пределах интенсивно осваиваемых крупных районов, например, в пределах территориально-производственных комплексов;
- *локальный (биоэкологический) мониторинг*, включающий слежение за изменениями качества среды в пределах населенных пунктов, промышленных центров, непосредственно на предприятиях;
- *импактный мониторинг*, осуществляемый в особо опасных зонах и местах.

Для систем мониторинга, используемых для наблюдений за переносом загрязнений в интересах нескольких регионов или стран, применяется термин *трансграничный мониторинг*.

По специфике методов измерения и оценке информации выделяют мониторинг биологический, геохимический, геофизический и др. По специфике объектов наблюдения и защиты выделяют мониторинг атмосферы, почв, поверхностных вод (гидрологический), подземных вод (гидрогеологический), растительных ресурсов (геоботанический), лесов, животного мира, антропогенной, транспортной, рекреационной нагрузки, медико-демографический и др. .

Системы мониторинга могут классифицироваться по методам наблюдения (например, по физико-химическим, биологическим, геохимическим, авиационным, аэрокосмическим и т. п.).

На нарушенных промышленностью землях, чаще всего, осуществляется локальный (биоэкологический) и импактный мониторинг, а именно мониторинг биоразнообразия, в частности фиторазнообразия, биотестирования и начальных этапов почвообразования, т. е. восстановление почвенного покрова в пространстве и времени.

Цель мониторинга биоразнообразия (фиторазнообразия) - слежение за состоянием биоты в пределах различных по масштабу природно-территориальных комплексов в нашем случае техногенных объектов, отвалов. Этот процесс включает сбор данных, их анализ, хранение, обработку с целью прогнозирования развития и научно-обоснованного управления формирующимися экосистемами. Последние начинают формироваться с нулевого стартового момента, так как на большинстве нарушенных промышленностью земель полностью уничтожаются почвенный и растительный покровы. Формирование автотрофного блока экосистем идет по типу первичной сукцессии при отсутствии в поверхностных слоях диаспор.

Обычно при исследованиях все разнообразие видов разбивают на 3 группы: фоновые виды; индикаторные виды; редкие виды (особоохраняемые).

Биомониторинг включает в себя процесс инвентаризации (эти сведения составляют базу данных), но его особенность состоит в том, что здесь оцениваются изменения, происходящие в определенном точно установленном по маркшейдерским данным интервале времени.

Биотестирование - один из приемов исследования в области биологической рекультивации с использованием формирующихся на нарушенных промышленностью землях фитоценозов в качестве тест-объекта для определения степени пригодности их для биологической рекультивации. Биотестирование не отменяет систему аналитических и аппаратных методов контроля на промышленных отвалах, а лишь дополняет ее качественно новыми биологическими показателями, так как с экологической точки зрения сами по себе результаты физико-химических характеристик свойств пород и субстратов отвалов имеют относительную ценность. Важно знать вызываемые этими свойствами биологические эффекты.

Контрольные вопросы

1. Что такое экологический мониторинг?
2. Каковы задачи экологического мониторинга?
3. Как подразделяется мониторинг по масштабу наблюдений и характеру обобщения информации?
4. Каковы системы мониторинга по методам наблюдения?
5. Как классифицируются системы мониторинга?

Методические указания для обучающихся по освоению программы (в том числе к самостоятельной подготовке)

Процесс изучения материала программы предусматривает активное использование современных инновационных образовательных технологий. Формы обучения: индивидуальные и групповые. Методы обучения:

- работа с преподавателем,
- работа в коллективе обучающихся,
- самостоятельная работа.

При освоении дисциплины используются следующие виды активной и интерактивной форм обучения для достижения запланированных результатов обучения и формирования компетенций:

- совместное погружение в проблемное поле;
- обсуждение сложных вопросов и проблем;
- работа в малых группах; - разборы конкретных ситуаций и т.д. Процесс освоения дисциплины предусматривает следующие работы:

1. Контактная работа (аудиторная работа: лекционные, практические и лабораторные занятия, мастер-классы, консультации);
2. Самостоятельная работа;
3. Контрольные мероприятия (промежуточные и итоговые аттестации).

Методические указания для обучающихся по лекционным занятиям по модулю

Лекция является наиболее экономичным способом передачи учебной информации, т.к. при этом обширный материал излагается концентрированно, в логически выдержанной форме, с учетом характера профессиональной деятельности обучаемых. Лекция

закладывает основы научных знаний в обобщенной форме. На лекционных занятиях преподаватель:

- знакомит обучающихся с общей методикой работы над курсом;
- дает характеристику учебников и учебных пособий, знакомит слушателей с обязательным списком литературы;
- рассказывает о требованиях к промежуточной аттестации;
- рассматривает основные теоретические положения курса;
- разъясняет вопросы, которые возникли у обучающихся в процессе изучения курса. Лекционное занятие преследует 5 основных дидактических целей:
- информационную (сообщение новых знаний);
- развивающую (систематизация и обобщение накопленных знаний);
- воспитывающую (формирование взглядов, убеждений, мировоззрения);
- стимулирующую (развитие познавательных и профессиональных интересов);
- координирующую с другими видами занятий.

В процессе прослушивания лекций очень важно умение обучающихся конспектировать наиболее значимые моменты теоретического материала. Конспект помогает внимательнее слушать, лучше запоминать в процессе записи, обеспечивает наличие опорных материалов при подготовке к лабораторным занятиям и промежуточной аттестации. В этой же тетради следует записывать неясные вопросы, требующие уточнения на занятии. Рекомендуется в тетради отвести место для словаря, куда в алфавитном порядке вписываются специальные термины и пояснения к ним.

Методические указания для обучающихся по практическим занятиям по модулю

Практическое занятие – форма систематических учебных занятий, с помощью которых обучающиеся изучают тот или иной раздел определенной научной дисциплины, входящей в состав учебного плана.

Для того чтобы практические занятия приносили максимальную пользу, необходимо помнить, что упражнение и решение заданий проводятся по вычитанному на лекциях материалу и связаны, как правило, с детальным разбором отдельных вопросов лекционного курса. Следует подчеркнуть, что только после усвоения лекционного материала с определенной точки зрения (а именно с той, с которой он излагается на лекциях) он будет закрепляться на практических занятиях как в результате обсуждения и анализа лекционного материала, так и с помощью решения проблемных ситуаций, задач. При этих условиях обучающийся не только хорошо усвоит материал, но и научится применять его на практике, а также получит дополнительный стимул (и это очень важно) для активной проработки лекции.

При самостоятельном решении заданий нужно обосновывать каждый этап решения, исходя из теоретических положений курса. Если обучающийся видит несколько путей решения проблемы, то нужно сравнить их и выбрать самый рациональный. Полезно до начала вычислений составить краткий план решения проблемы. Решение проблемных заданий или примеров следует излагать подробно, вычисления располагать в строгом порядке, отделяя вспомогательные вычисления от основных. Решения при необходимости нужно сопровождать комментариями, схемами, чертежами и рисунками.

Следует помнить, что решение каждого учебного задания должно доводиться до окончательного логического ответа, которого требует условие, и по возможности с выводом. Полученный ответ следует проверить способами, вытекающими из существа данного задания. Полезно также (если возможно) решать несколькими способами и сравнить полученные результаты. Решение заданий данного типа нужно продолжать до приобретения твердых навыков в их решении.

При подготовке к практическим занятиям следует использовать основную литературу из представленного списка, а также руководствоваться приведенными

указаниями и рекомендациями. Для наиболее глубокого освоения дисциплины рекомендуется изучать литературу, обозначенную как «дополнительная» в представленном списке. На практических занятиях приветствуется активное участие в обсуждении конкретных ситуаций, способность на основе полученных знаний находить наиболее эффективные решения поставленных проблем, уметь находить полезный дополнительный материал по тематике занятий.

Обучающемуся рекомендуется следующая схема подготовки к занятию:

1. Проработать конспект лекций;
2. Прочитать основную и дополнительную литературу, рекомендованную по изучаемому разделу;
3. Ответить на вопросы плана семинарского занятия;
4. Выполнить домашнее задание;
5. Проработать тестовые задания и задачи;
6. При затруднениях сформулировать вопросы к преподавателю.

В процессе подготовки изучают рекомендованные преподавателем источники литературы, а также самостоятельно осуществляют поиск релевантной информации.

Методические указания для обучающихся по лабораторным занятиям по дисциплине (модулю)

Лабораторные занятия имеют целью углубление и закрепление теоретических знаний, развитие навыков самостоятельного экспериментирования. В ходе лабораторного занятия обучающиеся под руководством преподавателя лично проводят натурные или имитационные эксперименты с целью проверки и подтверждения отдельных теоретических положений учебного курса, приобретают практические навыки работы с вычислительной техникой, овладевают методикой экспериментальных исследований в конкретной предметной области. Порядок проведения лабораторного занятия:

1. Вводная часть: - входной контроль подготовки обучающегося; - вводный инструктаж (знакомство обучающихся с содержанием предстоящей работы, показ способов выполнения отдельных операций, предупреждение о возможных ошибках).

2. Основная часть: - проведение обучающимся лабораторной работы; - текущий инструктаж, повторный показ или разъяснения (в случае необходимости преподавателем исполнительских действий, являющихся предметом инструктирования).

3. Заключительная часть: - оформление отчета о выполнении задания; - заключительный инструктаж (подведение итогов выполнения учебных задач, разбор допущенных ошибок и выявление их причин, сообщение результатов работы каждого обучающегося, объявление о том, что необходимо повторить к следующему занятию).

Методические указания для обучающихся по мастер-классам

Одной из современных педагогических форм, позволяющих демонстрировать новые возможности профессионализма, является мастер-класс.

Целью проведения мастер-класса является демонстрация достижений специалиста как подлинного мастера в своей области.

Мастерство — это всегда высокий профессионализм, большой и разнообразный опыт определенной деятельности, обширные познания теории и практики в конкретной сфере. Основной принцип мастер-класса: «Я знаю, как это сделать, и я научу вас». К особенностям проведения мастер-класса можно отнести следующие:

– основная форма взаимодействия со слушателями — сотрудничество, сотворчество, совместный поиск;

– формы, методы, технологии работы в процессе проведения мастер-класса участникам не навязываются, а предлагаются;

– на одном из этапов мастер-класса слушателям предлагается самостоятельная работа в малых группах, создающая условия для включения всех в активную деятельность и позволяющая провести обмен мнениями.

Задачи мастер-класса:

– передача педагогом-мастером своего опыта путем прямого и комментированного показа последовательности действий, методов, приемов;

– совместная отработка приемов решения поставленной в программе мастер-класса проблемы;

– рефлексия собственного профессионального мастерства участниками мастер-класса;

– оказание помощи участникам мастер-класса в определении задач саморазвития, самообразования и самосовершенствования

Перед началом мастер-класса обучающиеся должны пройти инструктаж по технике безопасности и расписаться в журнале за технику безопасности.

Мастер разбивает задание на ряд задач. Группам предстоит придумать способ их решения. Причём участники свободны в выборе метода, темпа работы, пути поиска. Каждому предоставляется независимость в выборе пути поиска решения, дано право на ошибку и на внесение корректив.

Когда группа выступает с отчётом о выполнении задачи, важно, чтобы в отчёте были задействованы все. Это позволяет использовать уникальные способности всех участников мастер-класса, даёт им возможность самореализоваться, что позволяет учесть и включить в работу различные способы познания каждого педагога.

Методические указания для обучающихся по самостоятельной работе по дисциплине (модулю)

Достижение целей эффективной подготовки обучающихся и развитие профессиональных компетенций невозможно без их целеустремленной самостоятельной работы. Самостоятельная работа обучающихся является составной частью учебной работы и имеет целью закрепление и углубление полученных знаний и навыков, поиск и приобретение новых знаний, в том числе с использованием автоматизированных обучающих систем, а также выполнение учебных заданий, подготовку к предстоящим занятиям, текущему контролю и промежуточной аттестации.

Основная цель данного вида занятий состоит в обучении методам самостоятельной работы с учебным материалом, нормативно-правовыми актами, научной литературой, с ситуационными задачами, развитие способности самостоятельно повышать уровень профессиональных знаний, реализуя специальные средства и методы получения нового знания, и использовать приобретенные знания и умения в практической деятельности.

Состав самостоятельной работы:

1. Подготовка к лекционным и практическим занятиям:

- чтение текста (учебника, первоисточника, дополнительной литературы и т.д.);

- составление плана текста, графическое изображение структуры текста, конспектирование текста, выписки из текста и т.д.;

- работа с конспектом;

- подготовка вопросов для самостоятельного изучения

2. Подготовка к лабораторным занятиям:

- работа со справочниками и др. литературой;

- формирование отчета о выполнении лабораторного занятия;

- подготовка мультимедиа презентации и докладов к выступлению по результатам лабораторного занятия;

3. Подготовка к мастер-классам:

- обучающиеся должны ознакомиться с анонсом мероприятия, предусмотренных программой мастер-класса;

- необходимо предварительно ознакомиться со структурой предприятия, на базе которого будет проводиться мастер-класс, основными направлениями, которыми занимается предприятие или компания.

4. Подготовка к промежуточной и итоговой аттестациям:

- повторение всего учебного материала модуля
- аналитическая обработка текста; периодического, продолжающегося издания или сборника как составная часть его основного текста.

Методические указания для обучающихся по промежуточной и итоговой аттестации по дисциплине (модулю)

В период подготовки к промежуточной и итоговой аттестации обучающихся вновь обращаются к пройденному учебному материалу. При этом они не только закрепляют полученные знания, но и получают новые. Подготовка обучающегося к аттестации включает в себя три этапа:

- самостоятельная работа в течение курса;
- непосредственная подготовка в дни, предшествующие промежуточной и итоговой аттестации по темам курса;
- подготовка к ответу на вопросы.

Подготовка к аттестации осуществляется на основании списка вопросов по изучаемому курсу, конспектов лекций, учебников и учебных пособий, научных статей, информации среды интернет. Литература для подготовки к промежуточной аттестации рекомендуется преподавателем. Для полноты учебной информации и ее сравнения лучше использовать не менее двух источников. Обучающийся вправе сам придерживаться любой из представленных в литературе точек зрения по спорной проблеме (в том числе отличной от преподавателя), но при условии достаточной научной аргументации.

Основным источником подготовки к промежуточной и итоговой аттестации является конспект лекций, где учебный материал дается в систематизированном виде, основные положения его детализируются, подкрепляются современными фактами и информацией, которые в силу новизны не вошли в опубликованные печатные источники. В ходе подготовки к аттестации обучающимся необходимо обращать внимание не только на уровень запоминания, но и на степень понимания излагаемых проблем. Для подготовки к аттестации преподаватель проводит консультацию по возникающим вопросам. Промежуточная аттестация проводится по вопросам, охватывающим весь пройденный материал. По окончании ответа преподаватель может задать обучающемуся дополнительные и уточняющие вопросы. Оценка качества подготовки обучающихся осуществляется в двух основных направлениях: оценка уровня освоения дисциплин и оценка уровня сформированности компетенций обучающихся. Предметом оценивания являются знания, умения и практический опыт обучающихся.

Положительно будет оцениваться стремление обучающихся изложить различные точки зрения на рассматриваемую проблему, выразить свое отношение к ней, применить теоретические знания по современным проблемам.